مفاهيم عن علم النبات

تأليف

د.عباس حسن

د. توفيق أبو طيرة

د.بيومي الدرع

الكتاب: مفاهيم عن علم النبات

الكاتب: د.عباس حسن، د. توفيق أبو طيرة، د.بيومي الدرع

الطبعة: ٢٠٢١



الناشر: وكالة الصحافة العربية (ناشرون)

٥ ش عبد المنعم سالم – الوحدة العربية – مدكور- الهرم – الجيزة - جمهورية مصر العربية

هاتف : ٣٥٨٢٥٢٩٣ _ ٣٥٨٦٧٥٧٦ _ ٣٥٨٦٧٥٧٥

فاكس : ٣٥٨٧٨٣٧٣

http://www. bookapa.com E-mail: info@bookapa.com

دار الكتب المصرية

فهرسة أثناء النشر

حسن، عباس، وآخرون.

مفاهيم عن علم النبات / د.عباس حسن، د. توفيق أبو طيرة، د.بيومي الدرع ,

– الجيزة – وكالة الصحافة العربية.

١٦١ ص، ١٨*٢١ سم.

الترقيم الدولى: ٩ – ١٧٧ – ٩٩١ – ٩٧٧– ٩٧٨

أ – العنوان رقم الإيداع : ٧٨١٥ / ٢٠٢١

مفاهيم عن علم النبات





مقدمة

هذا كتاب في "علم النبات" يراد بهم الإلمام بثقافة عامة في العلوم، ومن بينها علم النبات، فكان هذا القصد رائدنا في تأليف هذا الكتاب، وقصرنا البحث فيه على ناحية هامة من نواحي علم الأحياء مما يقع تحت حس القارئ وبصره كل يوم، وراعينا في وضعه أن يعطي فكرة عامة عن حياة النبات من حيث شكله العام وتركيبه الداخلي ووظائف أعضائه.

وقد بدأنا الكتاب بموضوع النبات، وأوردنا فيه أمثله عدة للبذور التي يسهل على كل قارئ الحصول عليها ومشاهدة أدوار إنباتها، ولقد عنينا عناية خاصة ببذرة القطن لما لهذا النبات من أهمية حيوية.

وقد اتبعنا مثل هذا في بقية أبواب الكتاب فذكرنا أمثلة لكل حالة أوردناها حتى تكون النظريات العلمية متصلة بحياة الفرد العامة. أما من وجهة العملية فقد أوردنا كثيرا من التجارب البسيطة وخاصة فيما يتعلق بوظائف أعضاء النبات حتى يستطيع المهتم القيام بعمل التجارب بمفرده متى تتبع خطوات العمل فيها. كما لاحظنا تدرج حياة النبات ليكون البحث شائقا.

وقد راعينا أن تكون الأشكال تخطيطية واضحة ليسهل فهم أجزائها،

كذلك أوردنا بعض الصور التي عملت خصيصا لهذا الكتاب لتكون أقرب إلى الطبيعة.

وقد رأينا أن نأتي بموجز لأهم أنواع الجذور والسيقان والأوراق.

ونرجو أن نكون قد وفقنا إلى الغرض، فيكون هذا الكتاب عونا، مفيدا الفائدة المرجوة منه. والله نسأل أن يحقق آمالنا.

المؤلفون

الباب الأول

الإنبات والنمو

يبدأ جميع النباتات الزهرية حياتها كأجنة تنمو وتكبر لتكون نباتات جديدة تشبه النبات الأصلي الذي كوَن الجنين، وبذلك تحفظ هذه النباتات نوعها من الانقراض. وتُحفظ الأجنة داخل البذور، التي تحتوي أيضا على مواد مختزنة يتغذى منها الجنين إبان نموَه، وتبقى الأجنة داخل البذور في حالة ساكنة حتى تتوافر شروط خاصة فتخرج من حالة السكون إلى حالة النمو. وتسمى هذه الظاهرة " الإنبات ".

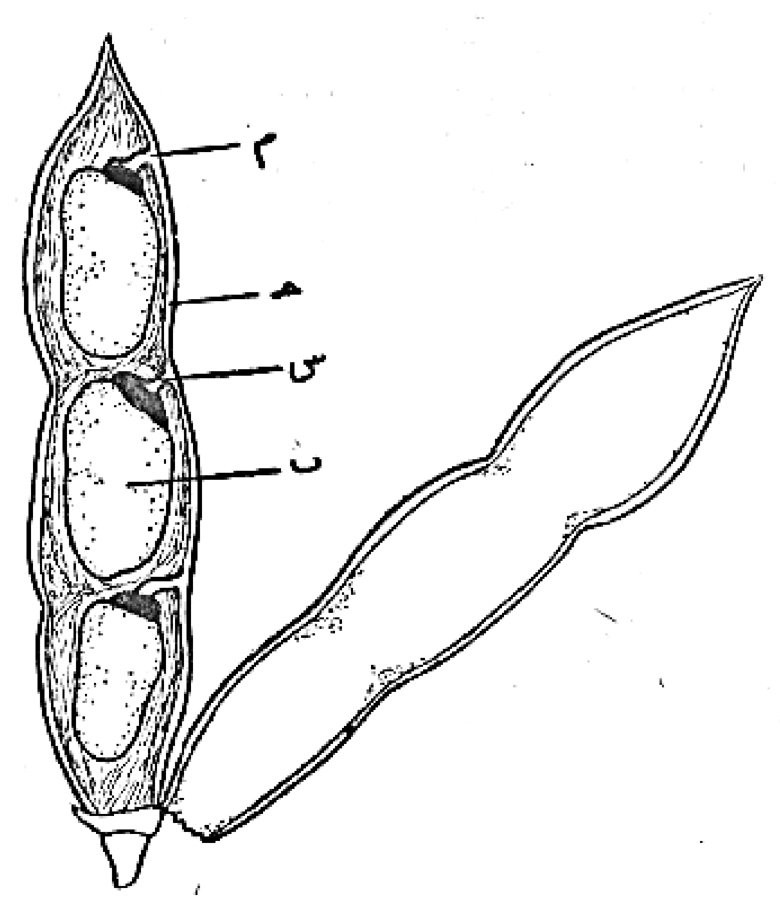
دراسة البذور في دور الإنبات :

تختلف البذور في تركيبها إلى حد ما، كما أنها تختلف في أدوار إنباتها، ولذلك ستقوم بدراسة بذور مختلفة في جميع أدوار الإنبات حتى نلم بجميع الحالات المختلفة.

بذرة الفول :

إذا فحصنا بذور الفول الجافة نجد أنها بيضية الشكل مغطاة بغلاف جلدي ناعم الملمس يسمى " القصرة ". ويوجد في أحد طرفيها ندبة سوداء اللون تعرف " بالسرة " وهي الموضع الذي انفصلت فيه البذرة عن الحبل السري الذي كان يصلها بجدار قرنة الفول (شكل ١) ويشاهد بالقرب من أحد طرفي السرة انتفاخ صغير مثلث الشكل يتجه رأسه نحو

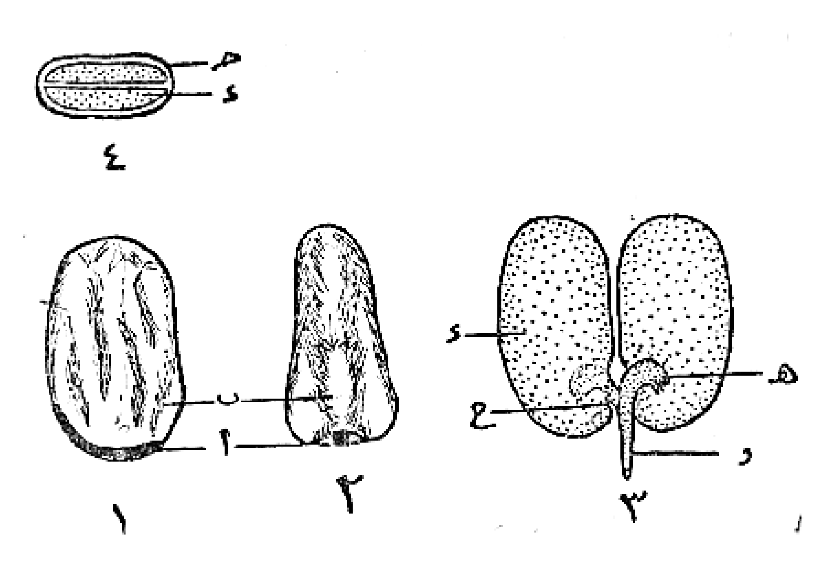
السرة ويعرف " بجيب الجذير ". وإذا فحصنا الجزء الذي بين السرة وجيب الجذير بواسطة عدسة بسيطة لشاهدنا وجود ثقب صغير يسمى " النقير " ومن هذا الثقب يدخل الهواء اللازم لتنفس الجنين كما يدخل الماء منه أيضا إذا نقعت البذرة. ولو تركنا البذرة منقوعة في الماء لمدة يوم أو أكثر أمكن نزع القصرة لسهولة وفحص أجزاء البذرة الداخلية.



(شكل ١ – قرنة الفول مفتوحة وبداخلها البذور)

(ج) جدار القرنة. (ب) بذرة. (م) المشيمة. (س) الحبل السري.

يشاهد بعد نزع القصرة عن البذرة جسم منتفخ بيضي الشكل شحمى التركيب شقوق شقا طبيعيا إلى نصفين يسميان "بالفلقتين" (شكل ٢) وهما مرتبطتان من الجانب بمحور صغير يعرف " بمحور الجنين "، ويقع أحد طرفيه خارج الفلقتين

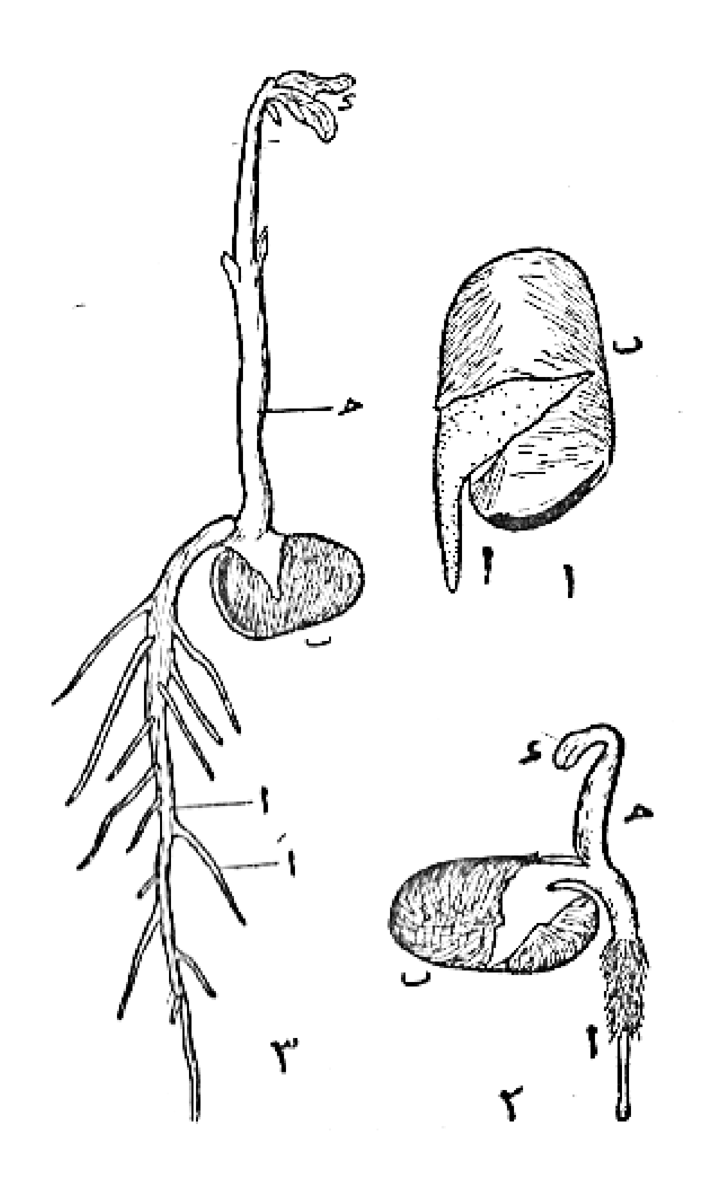


(شكل ٢ – بذرة الفول)

(١و٢) البذرة الجافة. (٣) بذرة مفتوحة تبين أجزاء الجنين. (٤) قطاع عرضي في البذرة. (أ) السرة. (ب) جيب الجذير. (ج) القصرة. (د) فلقه (ه) الريشة. (و) الجذير. (ح) ذنيب فلقي.

وإذا أخذنا بذرة فول سليمة ونقعناها في قليل من الماء وتركناها في جو دافي ظهرت عليها عدة تغيرات وتحولت من الحالة الساكنة إلى حالة النشاط والنمو ويقال لها إذ ذاك إنها أنبتت.

تمتص البذرة الماء عن طريق النقير فتتشبع الفلقتان وتنتفخان وينتج عن ذلك تمدد القصرة وتمزقها، ثم ينمو الجذير ويستطيل فيدفع جيب الجذير في طريقه إلى الخارج مبتدئا تمزيقه عند قمته وبذلك يخرج الجذير قريبا من النقير (شكل ٣)، ويستمر في نموه إلى أسفل ضاربا في الأرض ليكون " المجموع الجذري " للنبات. ويعرف جزء محور الجنين الذي يعلو الجذير حتى محل اتصال الفلقتين " بالسويقة الجنينية السفلى " وهي غير متميزة تماما في بذرة الفول. وتنمو الريشة أيضا وتخرج من بين الفلقتين، وتأخذ طريقها إلى أعلى عن طريق الجزء الممزق من القصرة، وتكون أثناء نموها منحنية فلا تتصادم وريقاتها بحبيبات التربة فتتلف. ويسمى جزء محور الجنين الواقع بين الريشة ومحل اتصال الفلقتين " بالسويقة الجنينية العليا " وهذا الجزء واضح تماما فهو الذي ينمو حاملا الريشة إلى أعلى فوق سطح الأرض. وتستمر الريشة في النمو فتكون الأجزاء الهوائية للنبات المستقبل التي

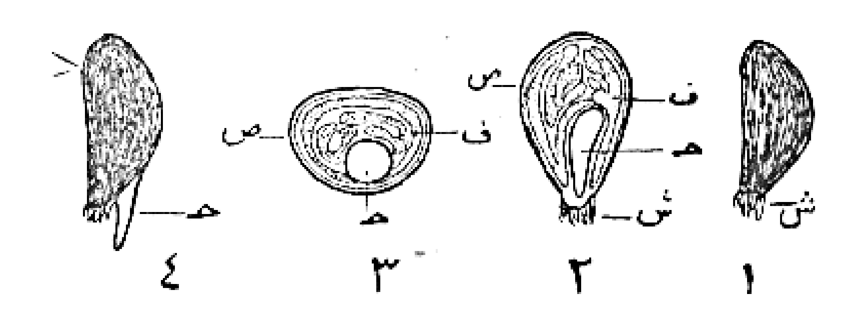


(شكل ٣ – أدوار الإنبات في بذرة الفول)

(أ) الجذير.   (ب) القصرة ممزقة.   (ج) السويقة الجنينية العليا
(د) الريشة.   (أَ) جذور ثانوية.

بذرة القطن :

بذرة القطن مخروطية الشكل تقريبا وطرفها المدبب عليه زغب تختلف كميته باختلاف نوع القطن، ويغطيها قصرة جلدية سوداء اللون ينمو عليها شعر طويل هو ألياف القطن المعروفة، فإذا أزيل الشعر ظهرت السرة بجانب الطرف المدبب حيث يوجد النقير (شكل ٤) وإذا نقعت البذرة في ماء دافئ لمدة ساعة أو أكثر



(شكل ٤ – بذرة القطن)

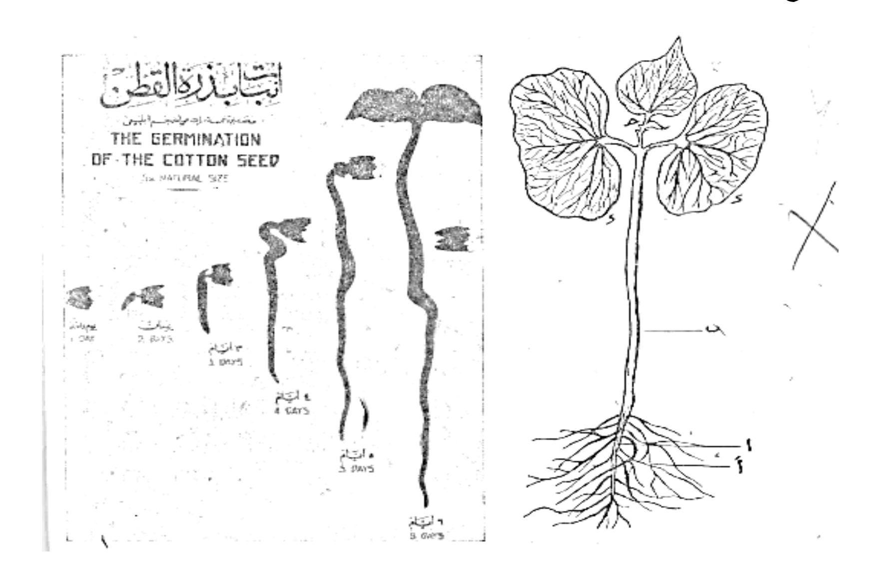
(١) البذرة الجافة. (٢) قطاع طولي. (٣) قطاع مستعرض.
(٤) بذرة أنبتت وظهر خارجها الجذير. (ص) قصرة. (ش) زغب.
(ف) فلقة. (ج) جذير.

أمكن نزع القصرة بسهولة فيشاهد تحتها غشاء رقيق إذا أزيل ظهرت تحته الفلقتان وبينهما محور الجنين جهة الطرف المدبب للبذرة.

والفلقتان مجعدتان يتركان أثرا زيتيا إذا ضغطتا على ورقة نشاف مما يدل على أن بهما مواد زيتية مختزنة. والريشة صغيرة الحجم جدا لا يمكن رؤيتها بسهولة بين الفلقتين. أما الجذير فهو مخروطي الشكل بارز خارج

الفلقتين (شكل ٤).

وعندما تتوفر للبذرة الظروف الملائمة للإنبات فإنها تمتص الماء وتمزق القصرة ابتداء من الطرف المدبب حيث يخرج الجذير وينمو إلى أسفل، ثم يظهر النشاط في السويقة الجنينية السفلى فتنمو إلى أعلى حاملة معها القصرة وما بها من الفلقتين والريشة إلى ما فوق سطح الأرض، وهناك تجف القصرة وتنمو الفلقتان وتأخذان في الابتعاد بعضهما عن بعض والتخلص من القصرة فتسقط هذه الأخيرة ثم يخضر لون الفلقتين لتكوَن المادة الخضراء المسماة بالكلوروفيل فيهما وبعد ذلك تنمو الريشة مكونة المجموع الخضري للنبات (شكل ٥).



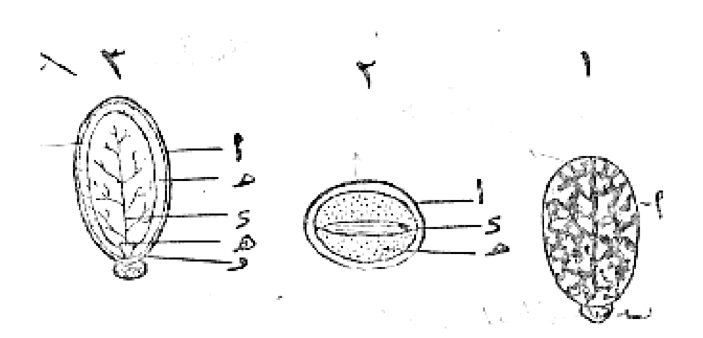
(شكل ٥ – أدوار الإنبات في بذرة القطن)

(أ) جذير. (ب) السويقة الجنينية السفلى. (أَ) جذيريات ثانوية.
(د) الفلقتان. (ج) الريشة.

بذرة الخروع :

تغطي بذرة الخروع قصرة صلبة أسمك من قصرة بذرة الفول، وهذه القصرة مزركشة ملساء لا توجد بها تجاعيد، وعند أحد طرفيها يوجد جسم صغير بيضي الشكل يسمى " البسباسة " اسفنجي التركيب تخفي تحته السرة والنقير (شكل ٦).

وإذا نفعت البذرة فإن البسباسة تمتص الماء وتوصله إلى الجنين. ويشاهد تحت القصرة بعد نزعها غشاء رقيق يعرف " بالشغاف " يليه من الداخل جسم شحمي أبيض اللون بيضي الشكل يحتوي على المادة الغذائية التي يستنفدها الجنين أثناء نموه، وإذا ضغط هذا الجسم على ورقة نشاف فإنه يترك عليها أثرا زيتيا مما بدل على أنه يحتوي على مادة زيتية ويسمى هذا الجسم " الاندوسبرم ".



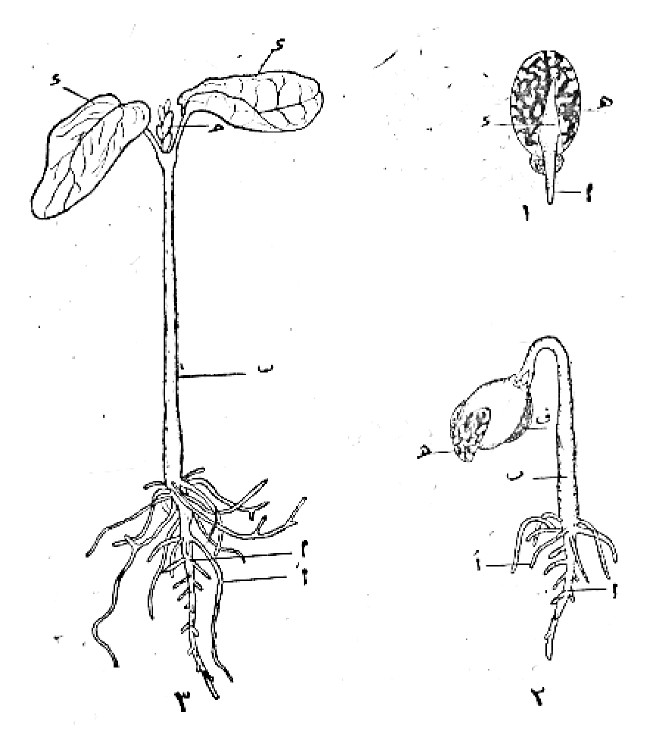
(شكل ٦ – بذرة الخروع)

(١) الشكل الخارجي. (٢) قطاع عرضي. (٣) قطاع طولي.

(أ) القصرة. (ب) البسباسة. (ج) الاندوسبرم.

(د) الفلقتان (هـ) الريشة. (و) الجذير.

ويوجد الجنين وسط الاندوسبرم ويتركب من فلقتين غشائيتين بهما تعرق كتعرق أوراق النبات الخضراء، ويتصلان من جهة البسباسة بمحور الجنين. وتشاهد الريشة بصعوبة بين الفلقتين لصغر حجمها. أما الجذير فيرى بوضوح خارج الفلقتين متجها طرفه المدبب الخالص جهة البسباسة (شكل ٦). وعندما تتوفر للبذرة الظروف الملائمة لإنباتها فإنها تتشبع بالماء عن طريق البسباسة فتتمزق القصرة وينمو الجذير خارجا من الشق الحادث ويتجه إلى أسفل وتظهر عليه الفروع، وبذلك يثبت النبت الحديث في الأرض، وفي أثناء ذلك تنمو السويقة الجنينية السفلى بنشاط وتتجه إلى أعلى حاملة القصرة ومعها الأندوسبرم بداخله الفلقتان والريشة (شكل ٧).



(شكل ٧ – أدوار الإنبات في بذرة الخروع)

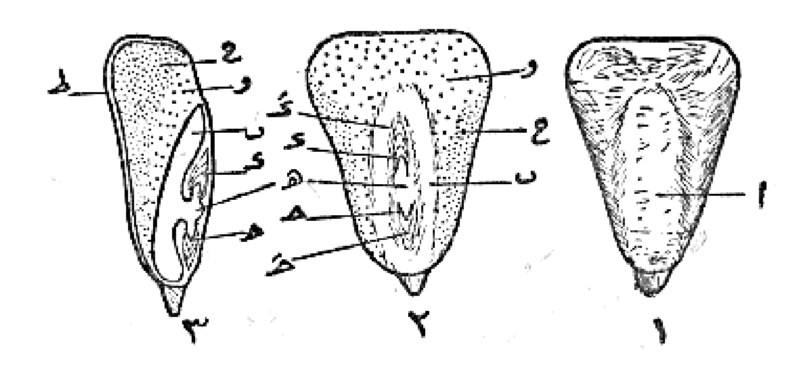
(أ) الجذير. (أَ) الجذيرات الثانوية. (ب) السويقة الجنينية السفلى.
(ج) الريشة. (ف) الفلقتان في (٢). (هـ) القصرة الممزقة.
(د) الفلقتان في (٣) والأندوسبرم في (١).

وعندما تظهر القصرة فوق سطح الأرض فإنها تجف وتسقط ويقل حجم الاندوسبرم تبعا لاستهلاك محتوياته في تغذية الجنين. ثم تزداد الفلقتان في الحجم وتظهران خارج الاندوسبرم على شكل ورقتين حمراوين، ولكن لا يلبث لونهما أن يتحول إلى الأخضر. ثم يتلاشى الاندوسبرم وتنفتح الفلقتان وتنمو الريشة إلى أعلى مكوَنة المجموع الخضري للنبات (شكل ٧). وبعد ظهور الأوراق الحقيقية للنبات تأخذ الفلقتان في الذبول.

حبة الذرة الشامية :

ليست حبة الذرة بذرة بالمعنى العلمي الصحيح، ولكنها ثمرة جافة تحتوي على بذرة واحدة فقط اندمجت قصرتها مع غلاف الثمرة وكونا معا غلاف الحبة.

وحبة الذرة الشامية مثلثة الشكل تقريبا (شكل ٨) ورأس هذا المثلث ينتهي بطرف رفيع مدبب هو المكان الذي كان يصل الحبة بالقولحة، ويوجد على القاعدة العريضة ندبة صغيرة مستديرة هي موضع اتصال القلم بالحبة. ويشاهد على أحد سطحي الحبة العريضين انخفاض بيضى الشكل يوجد تحته الجنين. ولمعرفة تركيب الحبة من الداخل تنقع الحبوب في الماء بضع ساعات حتى تلين ثم تقطع بها قطاعات طويلة بعضها مواز للسطحين العريضين وبعضها مواز للسطحين الضيقين (شكل ٨).



(شكل ٨ – حبة الذرة)

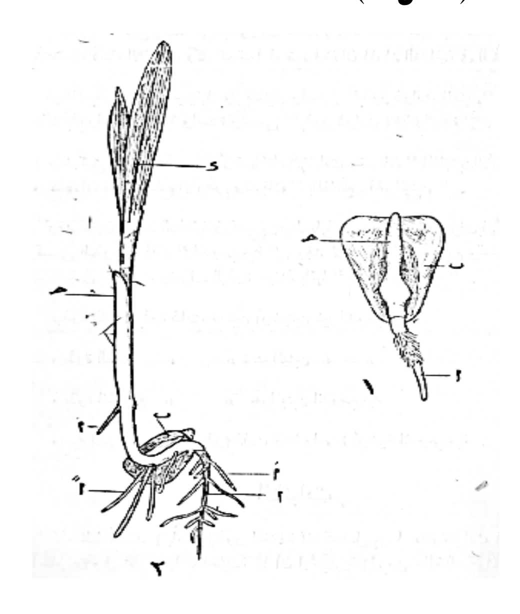
(أ) الشكل الخارجي. (٢) قطاع طولي مواز للسطح العريض.
(٣) قطاع طولي مواز للسطح الضيق. (أ) منطقة الجنين (ب) القصعة.
(ج)، (جَ) الجذير وغمده. (د)، (دَ) الريشة وغمدها. (هـ) السويقة.
(و) الاندوسيرم النشوي. (ح) الاندوسيرم القرني. (ط) غلاف الحبة.

ويتكون الجنين من فلقة واحدة تعرف " بالقصعة " يوجد بوسطها محور الجنين له طرفان مخروطا الشكل يحيط بكل منها عدة أغلفة رقيقة. وطرف محور الجنين القريب من طرف الحبة العريض هو الريشة، والطرف الآخر هو الجذير، والأغلفة التي تحيط بهما تسمى "غمد الريشة" و "غمد الجذير" على التوالي".

ويقع خلف القصعة نسيج أبيض زاه لو اختبرناه بمحلول اليود يزرق لونه مما يدل على أنه يحتوي على نشاء، وهذا النسيج هو ما يعرف بالأندوسبرم النشوي للحبة. ويشاهد أيضا بين الاندوسبرم وغلاف الحبة نسيج آخر قرني التركيب أصلب كثيرا من النسيج السابق، ومائل قليلا إلى الصفرة ويعرف بالاندوسبرم القرني. ويوجد في وسط القصعة بروز مستدير

تتصل به الريشة من أعلى والجذير من أسفل ويعرف هذا البروز "بالسويقة".

وإذا توافرت شروط الإنبات للمحبة فإن غلافها يتمزق في الموضع المواجه للجنين نتيجة للضغط الواقع عليه من الداخل بتأثير نمو الجذير والريشة. وينمو الجذير إلى أسفل مخترقا غمده ويتغلغل في الأرض وتنمو عليه جذور ثانوية، كذلك تنمو الريشة إلى أعلى محاطة بغمدها الذي يقيها من التصادم بحبيبات التربة، ولذلك تكون مستقيمة أثناء نموَها وليست منثنية مثل ريشة الفول، وعندما تصل الريشة إلى سطح الأرض يتمزق غمدها وتظهر عليها الأوراق الأولى للنبات وتظهر عند قاعدة الريشة قرب موضع خروجها من الحبة فروع تشبه الجذير وتقوم بوظائفه وتعرف " بالجذور العرضية " (شكل ٩).



(شكل ٩ – أدوار الإنبات في حبة الذرة)

(أ)، (أَ)، (أ) الجذير والجذيرات الثانوية، والجذيرات العرضية

(ب) بقايا الحبة (ج) غمد الريشة (د) الأوراق الأولى للبادرة.

أنواع البذور

يتضح مما سبق وصفه من البذور أن هناك أنواعا مختلفة منها تبعا لعدد الفلقات وموضعها أثناء الإنبات وكذلك تبعا لموضع اختزان المواد الغذائية في البذرة.

فهناك بذور يحتوي جنينها على فلقتين وتسمى "بذور ذوات فلقتين"، كما أن هناك بذورا لجنينها فلقة واحدة وتسمى "بذور ذوات فلقة واحدة".

وقد تبقى الفلقتان تحت الأرض أثناء الإنبات وتعرفان " بالفلقتين الأرضيتين أو تظهران فوق سطح الأرض وتعرفان " بالفلقتين الهوائيتين ".

وقد تختزن المواد الغذائية في نسيج يحيط بالجنين من الخارج يعرف بالأندوسبرم وتسمى البذرة إذ ذاك " اندوسبرمية ". وقد لا يوجد الاندوسبرم وتختزن المواد الغذائية في الفلقات وتعرف البذرة حينئذ بأنها " غير أندوسبرمية ".

فبذرة الفول بذرة ذات فلقتين أرضيتين غير اندوسبرمية

فبذرة الفول بذرة ذات فلقتين أرضيتين غير اندوسبرمية

وبذرة القطن " " هوائيتين " "

وبذرة الخروع " " هوائيتين اندوسبرمية

وحبة الذرة تحتوي على بذرة ذات فلقة واحدة أرضية اندوسبرمية.

الإنبات

لاحظنا عند إنبات البذور المختلفة أنه تحصل بها عدة تغيرات في شكلها الخارجي وفي محتوياتها الداخلية كما أن الجنين يتحول من حالة السكون إلى حالة النشاط والنمو. ولكي يتم الإنبات لابد من توفر شروط خاصة بالبذرة نفسها تعرف " بالشروط الداخلية "، كما يجب أن تتوفر في الوسط الذي يحيط بها شروط أخرى تعرف " بالشروط الخارجية للإنبات ".

الشروط الداخلية للإنبات :

١- نضوج البذرة :

يجب أن تكون البذرة تامة النضوج حيث يكون الجنين قد اكتمل نموه وتكوَنت جميع أجزائه واختزنت المواد الغذائية الكافية لنموَه حتى يستطيع الحصول على غذائه بنفسه.

فلو أخذنا بعض بذور من قرنة الفول الخضراء وأنبتناها مع توفر الشروط الأخرى فإنها لا تنبت.

٢- حيوية الجنين :

يجب أن يكون الجنين حيا داخل البذرة حتى ينشط متى توفرت له سبل الإنبات. وهناك عدة أسباب قد تؤدي إلى موت الجنين، منها أن تختزن البذرة في مكان ردئ التهوية فلا يستطيع الجنين الحصول على الاكسيجين الضروري لتنفسه، أو تحفظ في مكان درجة حرارته مرتفعة

ارتفاعا يؤدي إلى موت المادة الحية في الجنين. مثل هذه البذور لاتنبت مهما توفرت الشروط الأخرى.

٣- أن تكون المواد الغذائية المختزنة غير تالفة :

المواد الغذائية التي يخزنها النبات للجنين تكفيه حتى يستطيع الحصول على غذائه بنفسه، فإذا تلفت هذه المواد كأن تختزن البذور مدة طويلة أو أن تصيبها الحشرات فتتلفها فإن أمثال هذه البذور لا تنبت، وإذا أنبتت فإنها لا تستمر في ذلك مدة طويلة.

الشروط الخارجية للإنبات :

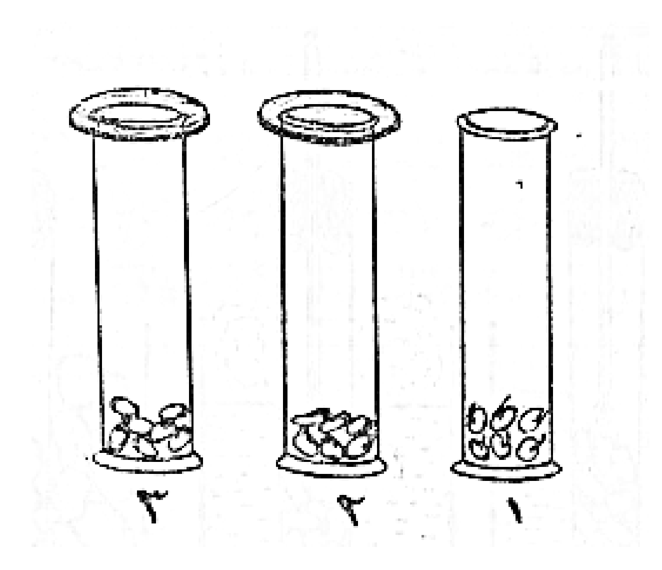
١- توفر الماء الضروري :

إذا تركت البذور في مكان جاف فإنها لا تنبت مطلقا إذ أن الماء ضروري للإنبات، فهو يساعد على إذابة المواد الغذائية حتى يتمكن الجنين من امتصاصها والاستفادة بها، وهو يساعد أيضا على تلبين القصرة حتى يسهل للجنين تمزيقها واختراقها، كما أنه يدخل في تركيب جسم النبات.

ولابد أن تكون هناك كمية كافية من الماء حتى يتم الإنبات، فإن قلَت أو كثر عن الكمية الضرورية وقف الإنبات أو تأخر. فلو تركنا بعضا من بذور الفول السليمة في كأس به كمية قليلة جدا من الماء وكمية أخرى من هذه البذور في كأس آخر ممتلئ بالماء لشاهدنا أن إنبات البذرة في كلتا الحالتين لا يستمر طويلا، لأن كمية الماء في الحالة الأولى غير كافية لإذابة المواد الغذائية ولنمو الجنين، أما في الحالة الثانية فإن غمر البذور بالماء يقلل نسبة الأكسيجين اللازم لتنفس الجنين فيقف الإنبات.

٢- توفر الهواء :

يحتاج الجنين إلى الأكسيجين للتنفس أثناء الإنبات، فإن لم يتوفر له ذلك لا ينبت مهما توفرت له شروط الإنبات الأخرى. فإذا وضعنا بعض البذور السليمة في مخبار مملوء بالأزوت أو غاز ثاني أكسيد الكربون ووضعنا بذورا مماثلة لها في مخبار به هواء مع توفر الماء الضروري والشروط الأخرى في كل حالة ثم تركنا البذور مدة كافية فإننا نشاهد أن البذور في الحالة الأولى لا تنبت بينما تنبت في الحالة الثانية، والسبب في ذلك هو عدم وجود الأكسيجين في الحالة الأولى (شكل ١٠)



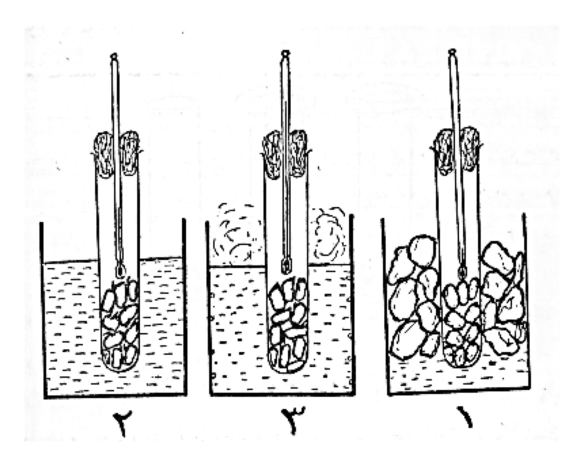
(شكل ١٠ – ضرورة الهواء النقي للإنبات)

(١) بذور في مخبار به هواء نقي (تنبت).
(٢) " " ثاني أكسيد الكربون (لا تنبت).
(٣) " " نيتروجين (لا تنبت).

٣- درجة حرارة مناسبة :

هناك درجة حرارة مناسبة لكل نوع من البذور تنبت عندها على أحسن وجه. فنبات القطن مثلا يزرع في المناطق الحارة وبذوره لا تنبت عند درجات الحرارة المنخفضة. وقد لوحظ أن بذور الفول تعطي أحسن إنبات عند درجة ٢٨ مئوية.

فإذا وضعنا بذور فول سليمة في كأس به ماء كاف، وأحطناه بثلج مجروش وتركناه مدة كافية فإن هذه البذور لا تنبت، كذلك إذا أخذنا مثل هذه البذور في كأس مماثل به ماء كاف وعلقناه في إناء به ماء عند درجة الغليان فإن هذه البذور لا تنبت أيضا (شكل ١١)



(شكل ١١ – ضرورة درجة حرارة مناسبة للإنبات)

(١) بذور في أنبوبة محاطة بثلج (لا تنبت).

(٢) " " " بماء عند درجة حرارة معتدلة (تنبت)

(٣) " " " " " الغليان (لا تنبت).

التغيرات التي تطرأ على البذور أثناء الإنبات

عندما تتوفر شروط الإنبات في البذرة وفي وسط المحيط بها فإنه تطرأ عليها عدة تغيرات في شكلها الخارجي وتركيبها الداخلي، وهذه هي التغيرات الطبيعية والكيميائية والحيوية.

التغيرات الطبيعية :

عندما توضع البذرة في الماء فإنه يدخل فيها خلال النقير وينتشر في القصرة يجعلها لينة، ولكنها لا يمكنها مقاومة انتفاخ محتويات البذرة نتيجة امتصاصها الماء ينتهي بها الأمر إلى التمزق. وهذه التغيرات تتساوى فيها البذور الحية والبذور الميتة.

التغيرات الكيميائية :

تحصل هذه التغيرات في المواد الغذائية المختزنة، فإنها تتحول من الحالة المركبة التي اختزنت عليها إلى مواد بسيطة التركيب تذوب في الماء فيمكن للجنين امتصاصها. ويقوم بهذا التحويل مواد خاصة تعرف بالإنزيمات (الخمائر)، فمثلا المواد النشوية المختزنة لا تذوب في الماء ولا يمكن للجنين استعمالها فيؤثر عليها إنزيم خاص يعرف بانزيم الدياستازو ويحولها إلى مواد سكرية بسيطة تذوب في الماء ويمكن للجنين امتصاصها أثناء تغذيته عليها.

وهذه التغيرات لا تحدث في البذور الميتة.

التغيرات الحيوية :

تحدث هذه التغيرات في أجزاء الجنين المختلفة فتنقسم خلاياها ويزداد

حجمها، فينمو الجذير متجها إلى أسفل وتترك الريشة مكانها بين الفلقات وتنمو إلى أعلى. أما الفلقات فسواء بقيت تحت سطح الأرض أو ظهرت فوقها فإنها تضمر وتتلاشى.

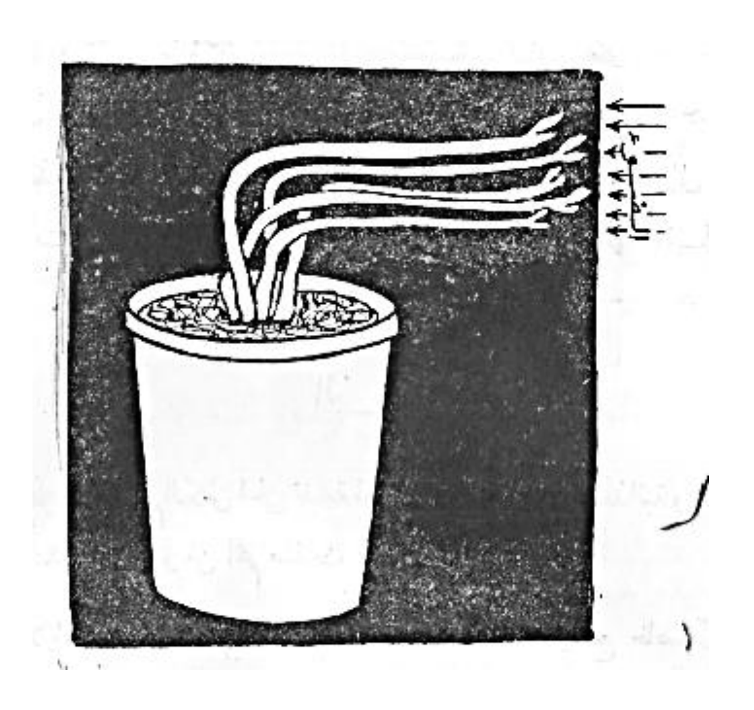
النمو

النمو هو زيادة حجم الكائن الحي نتيجة امتصاص خلاياه للمواد الغذائية وانقسامها وازدياد عددها. وهو من أهم صفات الكائنات الحية.

والخلايا القابلة للانقسام في جسم النبات محصورة في مواضع خاصة كطرف الساق وطرف الجذر، وقد شاهدنا في دراسة الإنبات أن الريشة تتجه في نموها إلى أعلى والجذير إلى أسفل، وهذا الاتجاه في النمو خاضع لمؤثرات طبيعية مختلفة أهمها الضوء والجاذبية الأرضية والرطوبة.

(١) تأثير الضوء في اتجاه النمو :

لا يمكن إدراك تأثير الضوء في اتجاه نمو الساق في الطبيعة، وذلك لانتشاره وتأثيره على النبات من جميع الجهات، ولكن إذا وضعنا بادرات نباتات مختلفة منزرعة في أصص داخل حجرة مظلمة بها نافذة واحدة يدخل منها الضوء فإننا نشاهد بعد عدة أيام أن سيقان البادرات جميعها قد اتجهت في نموها نحو النافذة. وإذا أدرنا كلا من هذه الأصص نصف دائرة نلاحظ بعد عدة أيام أن السيقان قد اتجهت ثانية إلى أعلى، وإذا تركت مدة أطول فإنها تنحني نحو النافذة مرة أخرى. وهذا يدل على أن السيقان في نموها تتجه دائما نحو الضوء وهذا ما يعرف " بالانتحاء الضوئي " (شكل ١٢)



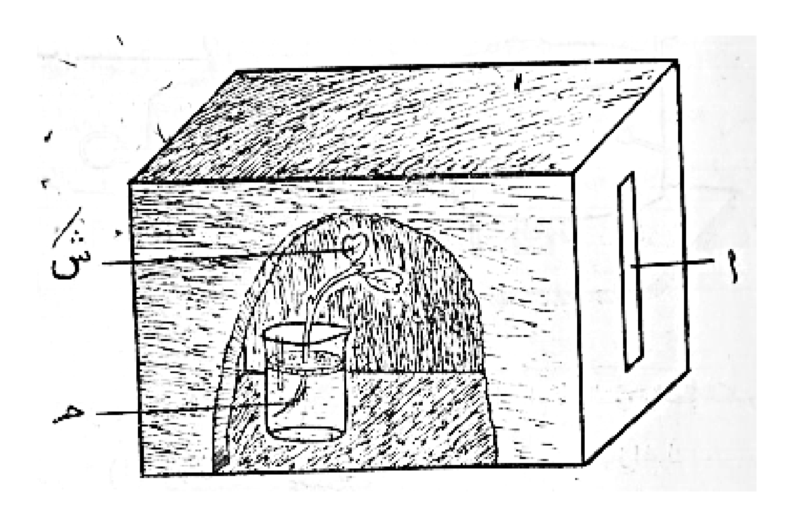
(شكل ١٢ – الانتحاء الضوئي)

سيقان بادرات نامية في حجر مظلمة ومنحنية نحو نافذة يدخل منها الضوء

تجربة :

(١) نأتي بصندوق خشبي على شكل متوازي مستطيل مدهون من الداخل باللون الأسود وبأحد جوانبه الضيقة شق رأسي طويل، أما الجانب المقابل للشق فيستعمل بابا لإدخال وإخراج النباتات.

(٢) نضع داخل الصندوق كأسا به ماء، مغمورا به قرص من الفلين مثبتة عليه بادرة خردل مستقيمة الجذر والساق بحيث تكون في وضع رأسي وجذرها مغمورا في ماء الكأس (شكل ١٣).



(شكل ١٣ – الانتحاء الضوئي)

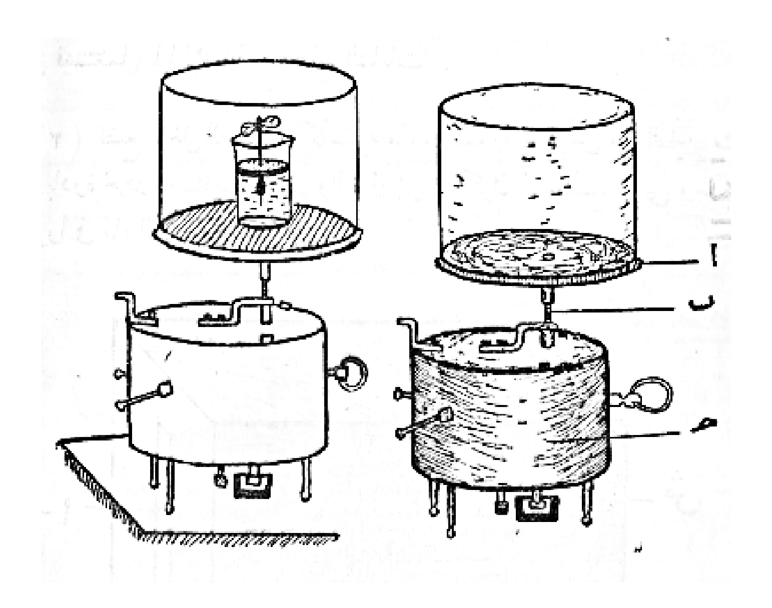
بادرة في كأس داخل صندوق مظلم

(أ) شق يدخل منه الضوء. (ج) الجذير متجه نحو الظلام.
(ش) الريشة متجهة نحو الضوء.

نشاهد بعد مضي يومين تقريبا أن طرف الساق قد انحنى نحو الشق الداخل منه الضوء وأن طرف الجذر قد اتجه نحو الجهة المضادة.

ويستنتج من هذا كله أن الساق يتجه في نموه نحو الضوء، ولذا يعرف بأنه " منتج ضوئي موجب ". أما الجذر فإنه يبتعد في نموه عن الضوء ويعرف بأنه " منتج ضوئي سالب ".

ويمكن إثبات أن الضوء إذا كان موزعا بانتظام على جوانب النباتات فإن الساق يتجه في نموه إلى أعلى والجذر إلى أسفل وذلك باستعمال الجهاز المعروف " بالكلينوستات " (شكل ١٤).



(شكل ١٤ – الكلينوستات)　　(شكل ١٥ – انعدام تأثير الضوء بواسطة الكلينوستات)

(أ) القرص الدائر.　(ب) المحور.　(ج) الجهاز المحرك.

ويتركب هذا الجهاز أساسيا من قرص من الفلين يمكن إدارته بانتظام في اتجاه رأسي أو أفقي، وذلك بتثبيته على قضيب قصير متصل بمحور عقرب الدقائق لمنبه عادي، قد نزعت منه عقاربه. ولإجراء التجربة نحضر كأسا به ماء وقرص من الفلين عليه بادرة خردل ريشتها متجهة إلى أعلى وجذيرها إلى أسفل، ثم نضعه فوق قرص الكلينوستات داخل الصندوق المظلم بحيث يدور القرص في اتجاه أفقي، وبذلك تتعرض جميع جوانب البادرة بانتظام للضوء الداخل من الشق. فإذا تركنا الجهاز مدة يومين أو أكثر نجد أن الريشة لا تزال متجهة في نموها إلى أعلى والجذير إلى أسفل (شكل ١٥).

(٢) تأثير الجاذبية الأرضية :

يتجه الجذر في نموه دائما إلى أسفل رغم وجوده داخل التربة في الظلام بعيدا عن تأثير الضوء. وكذلك الساق يتجه دائما رأسيا إلى أعلى بالرغم من وجود الضوء منتشرا حوله. فإذا وضعنا أصيصا به بادرة نبات وضعا أفقيا في الظلام نشاهد بعد بضعة أيام أن قمة الساق التي كانت في وضع أفقي قد اتجهت في نموها إلى أعلى (شكل ١٦).

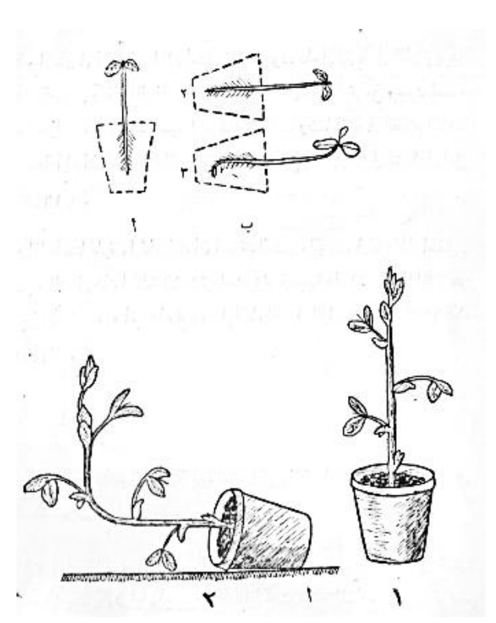
وإذا فحصنا طرف الجذر نجد أن قمته قد انحنت واتجهت في نموها إلى أسفل. وليس هناك في هذه الحالة إلا مؤثر واحد يؤثر في جهة واحدة، وهذا المؤثر هو جاذبية الأرض، وتأثير هذه القوة على اتجاه النمو في النباتات يعرف " بالانتحاء الأرضي ".

تجربة :

(١) نأتي ببذرة فول منبتة لمدة ثلاثة أيام ونثبتها على قرص من الفلين بواسطة دبوس يمر فوق الفلقتين.

(٢) نضع القرص في وضع أفقي في كأس به ماء ونغمره إلى مستوى تثبيت البذرة بحيث يكون الجذير موضوعا أفقيا تحت سطح الماء مباشرة، ثم نضع الجهاز في الظلام (شكل ١٧) نشاهد بعد يوم تقريبا أن طرف الجذير قد انحنى واتجه في نموه رأسيا إلى أسفل، أما الريشة فقد اتجهت في نموها إلى أعلى. نستنتج من ذلك أن الجذر يتجه في نموه نحو مركز الأرض ويعرف بأنه " منتج أرضي موجب "، أما الساق فيتجه في نموه في عكس هذا الاتجاه ضد جاذبية الأرض يعرف بأنه " منتج أرضي سالب ".

وكما أمكننا إثبات أن توزيع الضوء بانتظام لا يؤثر في اتجاه نمو أجزاء النبات كذلك يمكننا إثبات أن تأثير جاذبية الأرض على توجيه النمو ينعدم وذلك بأن



(شكل ١٦ – الانتحاء الأرضي)

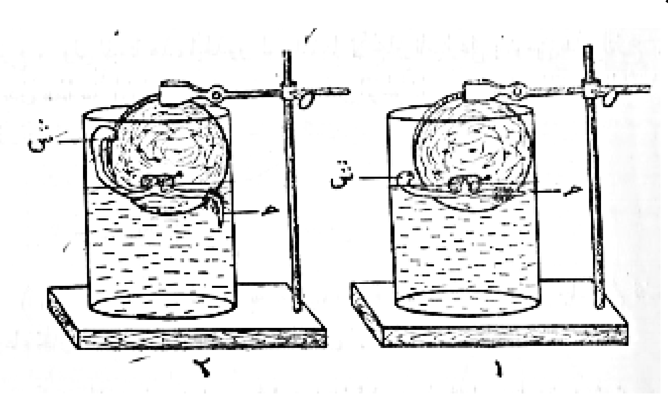
(أ) نبات نام في أصيص. (١) الساق متجه إلى أعلى في حالة الوضع الطبيعي.

(٢) الساق اتجه إلى أعلى في حالة الوضع الأفقي.

(ب) شكل توضيحي يبين تأثير جاذبية الأرض على الساق والجذر.

نأخذ بذرة فول منبتة لمدة أربعة أيام أو خمسة ونثبتها على قرص الكلينوستات في وضع أفقي، ثم نجعل القرص يدور في اتجاه رأسي حول محور أفقي. فنشاهد أن الجذير والساق يتجهان في نموهما في اتجاه المحور

الأصلي للنبات (شكل ١٧ ب)

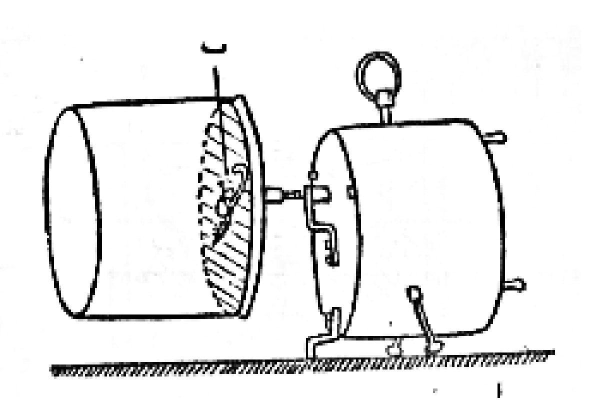


(شكل ١٧ "ا" – الانتحاء الأراضي)

بادرة مثبتة في اتجاه أفقي على قرص من الفلين

(ا) عند ابتداء التجربة. (٢) بعد مضي يومين.

(ج) الجذير. (ش) الريشة.



(شكل ١٧ "ب")

انعدام تأثير الجاذبية الأرضية بواسطة الكلينوستات

(ب) البادرة

تأثير الرطوبة :

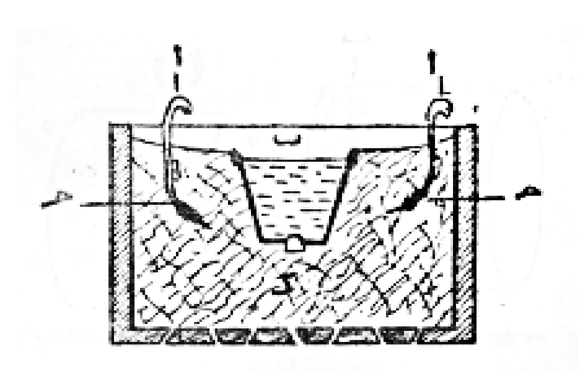
يظهر تأثير الرطوبة جليا على اتجاه نمو الجذر، فكثيرا ما نرى جذورا على حواف الترع، ولو تتبعنا هذه الجذور لوجدناها لأشجار نامية على بعد من هذه الترع. ويدل هذا على أن الجذور تتجه في نموها نحو الرطوبة. ويعرف ذلك " بالانتحاء المائي ".

تجربة :

(١) نأتي بحوض إنبات به ثقوب ضيقة في قاعة ونملؤه بتربة جافة، ثم نضع وعاء فخاريا ممتلئا بالماء في وسط الحوض.

(٢) نأتي ببذور فول منبتة لمدة ثلاثة أيام وجذيراتها مستقيمة، ثم نزرعها حول الإناء الفخاري قرب جدار الحوض (شكل ١٨).

نختبر الجذيرات بعد يومين تقريبا فنجد أن أطرافها قد انحنت واتجهت في نموَها نحو الإناء الفخاري الذي نضح حوله الماء، بينما الريشة قد اتجهت في نموَها رأسيا إلى أعلى كعادتها.



(شكل ١٨ – تأثير الرطوبة على النمو)

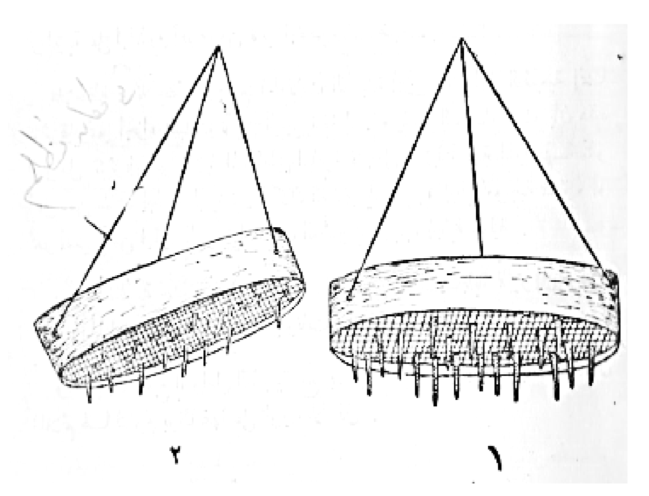
(أ) الريشة متجهة إلى أعلى. (ب) إناء فخاري.

(ج) الجذير متجه نحو الرطوبة. (د) تربة جافة.

تجربة :

(١) نأتي بمنخلين من السلك ذوي فتحات واسعة ونملؤها نشارة خشب مبللة، ثم نزرع في هذه النشارة بذور جرجير.

(٢) نعلق المنخلين في مكان مظلم بحيث يكون أحدهما مائلا بزاوية قدرها ٤٥° والثاني في وضع أفقي مع ملاحظة أن تكون النشارة في كل منهما مبللة باستمرار (شكل ١٩).



(شكل ١٩ – تأثير الرطوبة)

(١) بذور منزرعة في منخل أفقي. (٢) بذور منزرعة في منخل مائل.

نشاهد بعد مدة أن الجذيرات في المنخل المائل بعد خروجها من فتحات السلك قد انحنت أطرافها ودخلت النشارة المبللة ثانية ولو تركت

مدة أطول لشوهدت هذه الجذيرات تخرج ثانية من النشارة ثم تدخلها وهكذا، بينما الجذور التي في المنخل الثاني قد استمرت في نموها رأسيا إلى أسفل. وتعليل ذلك أن الجذيرات في الحالة الأولى بعد خروجها من المنخل كانت معرَضة لتأثير الرطوبة من جانب أكثر من الجانب الآخر فاتجهت في نموَها إلى جانب المنخل القريب منها حتى تدخل النشارة المبللة فتحوطها الرطوبة من كل جهة، وبعد ذلك تستجيب الجذيرات لتأثير جاذبية الأرض فتتجه في نموها إلى أسفل حتى تخرج من الثقوب وهكذا. أما في الحالة الثانية فيكون تأثير الرطوبة متساويا على جوانب الجذيرات، فلا يؤثر عليها إلا الجاذبية الأرضية فتتجه إلى أسفل.

ويستنتج من التجربة السابقة أن الجذر " منتج مائي موجب " وأن تأثير الرطوبة على الجذور أقوى من تأثير الجاذبية الأرضية.

ملاحظة : نلاحظ في جميع الحالات السابقة أن العوامل الطبيعية إنما يؤثر على نمو أجزاء النبات تأثيرا توجيهيا فقط. ويفسر العلماء ذلك بأن هذه العوامل تؤثر في نمو خلايا المناطق النامية فتجعل خلايا الجهة المواجهة تنمو أقل من خلايا الجهة البعيدة إذا كان العضو يستجيب إجابة موجبة للمؤثر، أو تنمو أسرع من الجهة البعيدة إذا كان العضو يستجيب إجابة سالبة.

وهناك نظرية حديثة يلجأ إليها العلماء إذ يعزون الاستجابة للمؤثر إلى وجود مواد في المناطق النامية تعرف بالهرمونات (الأتوار).

وتتعاون جميع العوامل الطبيعية مع بعضها حتى تأخذ أجزاء النبات المكان الملائم لها لتقوم بوظائفها على الوجه الأكمل.

الباب الثاني

الشكل الخارجي العام لنبات كامل نموذجي

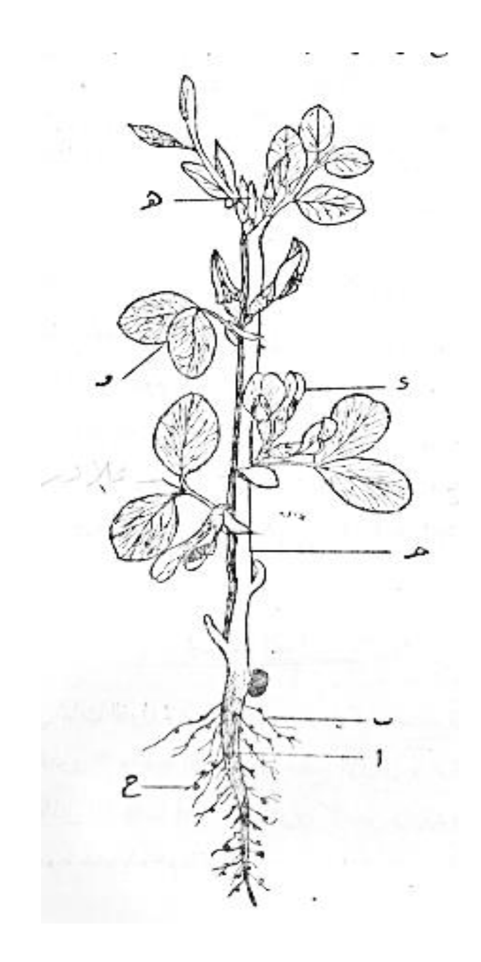
تشمل المملكة النباتية مجموعة عظيمة من النباتات المختلفة الشكل والحجم والتركيب، فمنها ما هو صغير الحجم جدا لا يمكن رؤيته بالعين المجردة كالبكتيريا، وهذه بالرغم من صغرها تقوم بجميع وظائف الحياة. ومنها ما هو كبير الحجم يتكوَن جسمه من أعضاء مختلفة يختص كل منها بوظائف معينة من وظائف الحياة وتعرف بالنباتات الراقية. ومن هذه النباتات ما يكوَن أزهارا عند اكتمال نموَه ويسمى " بالنباتات الزهرية " ومن أمثلتها جميع المحاصيل الزراعية والأشجار.

نبات الفول

عند فحص نبات الفول نرى أن جزءا منه وجد تحت سطح الأرض ويعرف " بالمجموع الجذري " والجزء الآخر فوق سطح الأرض ويعرف " بالمجموع الخضري " وبالمثل إذا فحصنا أي نبات زهري كالقطن والورد والنخيل وغيرها نرى أن لها مجموعا جذريا ومجموعا خضريا.

والمجموع الجذري ينشأ عن نمو الجذير ويتكون من الجذر الأصلي وتفرعاته ويوجد غالبا تحت سطح الأرض.

والمجموع الخضري ينشأ عن نمو الريشة ويتكون من الساق وما عليها من الأوراق والبراعم التي تنمو مكونة أفرعا وأزهارا (شكل ٢٠).



(شكل ٢٠ – نبات الفول)

(أ) الجذر الوتدي. (ب) الجذور الثانوية. (ج) الساق.
(د) مجموعة أزهار. (هـ) البرعم الطرفي. (و) ورقة مركبة.
(ح) عقد بكتيرية.

جذر الفول :

ينشأ جذر الفول عن نمو الجذير وله شكل مخروطي تتصل قاعدته

بالساق وتنمو قمته الرفيعة إلى أسفل، وهو متوسط السمك عليه جذور جانبية أصغر منه حجما ومائلة قليلا إلى أسفل وتسمى " الجذور الثانوية " ويعرف هذا النوع من الجذور التي تشبه جذر الفول " بالجذر الأصلي الوتدي " (شكل ٢٠).

ويشاهد على الجذر الأصلي وجذوره الثانوية انتفاخات صغيرة إذا فحصت وجدت تحتوي على عدد عظيم من نبات البكتيريا وتعرف هذه الانتفاخات " بالعقد البكتيرية " وتقوم هذه البكتيريا بامتصاص النتروجين من الهواء المحيط بها وتحوله إلى مركبات نتروجينية يستمدها النبات منها بعدئذ.

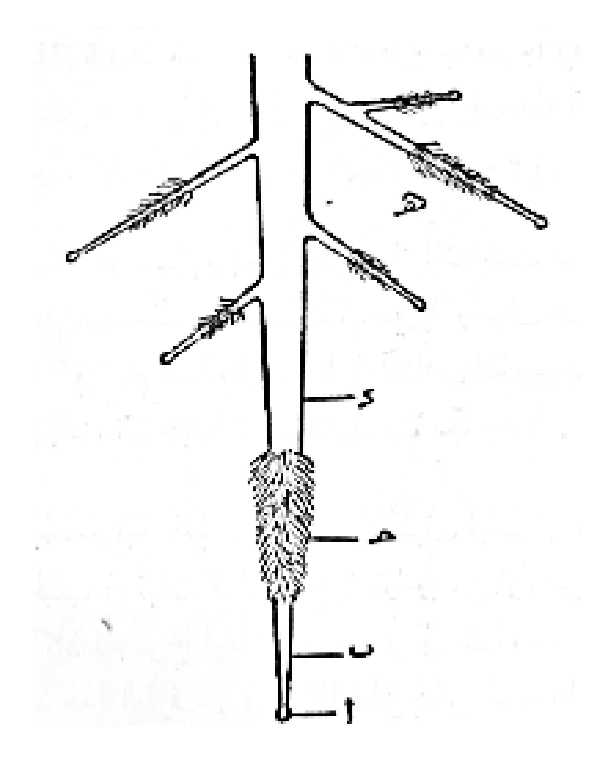
ويشاهد أن الجذور الجانبية لا توجد عند طرف الجذر. وإذا فحص هذا الطرف بعدسة الجيب في نبات فول انتزع باحتراس من الأرض وحفظ لمدة يوم أو يومين بحيث كان المجموع الجذري مغمورا في الماء، فإننا نشاهد وجود مناطق مختلفة عند هذا الطرف. وهذه المناطق يمكن تحديدها ودراستها بسهولة على الجذير (شكل ٢١).

مناطق الجذر :

١ – **القلنسوة (شكل ٢١) :** غطاء أسمر اللون لزج يغلف طرف الجذر ليحميه أثناء اختراقه حبيبات التربة. ويتآكل سطح القلنسوة بسبب احتكاكه بهذه الحبيبات فيتجدد باستمرار. وتتركب القلنسوة من وحدات صغيرة كبقية أجزاء النبات، وهذه الوحدات تعرف بالخلايا، وخلايا القلنسوة ذات جدر رقيقة لزجة.

٢- المنطقة النامية : تكوَن طرف الجذر الذي تحيط به القلنسوة وتتركب من خلايا نشطه تنقسم باستمرار فتسبب نمو الجذر.

٣- منطقة الاستطالة : هي منطقة ملساء تعلو منطقة النمو مباشرة، وفي هذه المنطقة تستطيل الخلايا الناتجة من المنطقة النامية وتكبر في الحجم فتساعد على تغلغل الجذر في التربة. ويمكن إثبات ذلك عمليا كما يأتي :



(شكل ٢١ - مناطق الجذر)

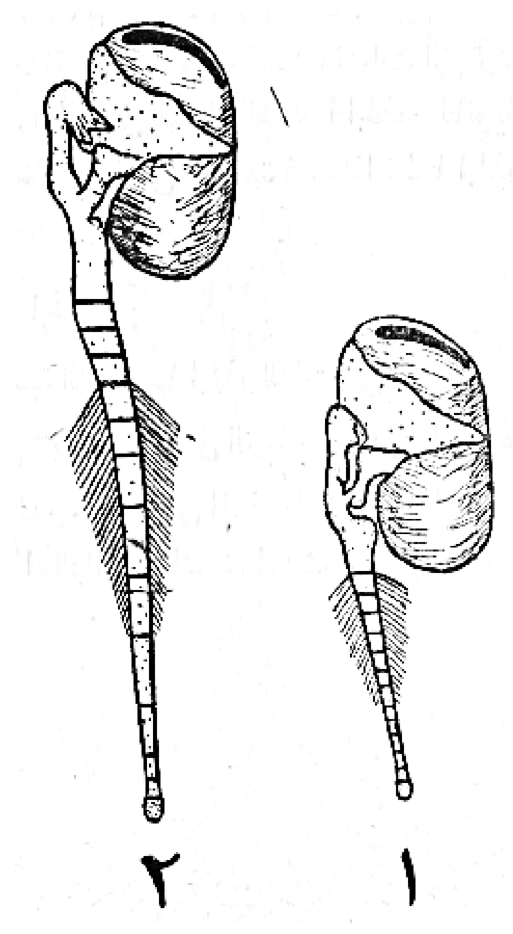
(أ) القلنسوة تحيط بالقمة النامية. (ب) منطقة الاستطالة.

(ج) منطقة الشعيرات الجذرية. (د) المنطقة الجرداء.

(هـ) جذور ثانوية.

نأخذ بعض بذور فول منبتة منذ يومين أو ثلاثة، ذات جذيرات مستقيمة، ثم نضع على الجذيرات علامات أفقية بالحبر الصيني تبعد كل منها عن الأخرى مليمترا أو أقل، مبتدئين من قمة كل جذير حتى مكان اتصاله بالفلقتين، ونثبت كلا من هذه البذور بدبوس يمرَ في الفلقتين على قرص من الفلين، ونعلق القرص في إناء بحيث تكون الجذيرات متجهة إلى أسفل ويكون جدار الإناء مبطنا من الداخل بورقة نشاف مبللة باستمرار. ثم نضع الإناء في مكان دافئ مظلم لمدة ثلاثة أيام. وإذا فحصت هذه الجذيرات بعد ذلك نشاهد أن العلامات لا يبتعد بعضها عن بعض بمسافات متساوية، بل نجد أن المسافات بين العلامات الثانية والثالثة والرابعة والخامسة قد تباعدت بوضوح بينما المسافات التي فوقها والتي تحتها قد بثيت كما هي أو تباعدت قليلا، وتبقى العلامات كما هي عند قمة الجذير وقاعدته (شكل ٢٢)

من هذا نرى أن الاستطالة في الجذير قد انحصرت في منطقة تعلو القمة النامية وهذه هي منطقة الاستطالة.



(شكل ٢٢ – تحديد منطقة الاستطالة)

(١) عند ابتداء التجربة. (٢) بعد بضعة أيام.

يلاحظ تباعد العلامات بعضها عن بعض في منطقة الاستطالة.

٤– **منطقة الشعيرات الجذرية** : هذه المنطقة تعلو منطقة الاستطالة ويشاهد عليها زوائد أنبوبية صغيرة عديمة اللون شفافة، ذات جدر رقيقة يمكن للماء أن يتخللها، ولذا يستعملها النبات لامتصاص الماء من الأرض بما فيه من أملاح ذائبة، وتعرف هذه الزوائد بالشعيرات الجذرية، وهي

نتيجة تمدد الخلايا السطحية في هذه المنطقة من الجذر. وإذا فحصنا جذور بادرات فول ذات أعمار مختلفة لاحظنا أن بُعد منطقة الشعيرات عن قمة الجذر ثابت تقريبا، وذلك لأن الشعيرات العليا تموت باستمرار وتتكوَن شعيرات أخرى من أسفل في الطبقة العليا من منطقة الاستطالة.

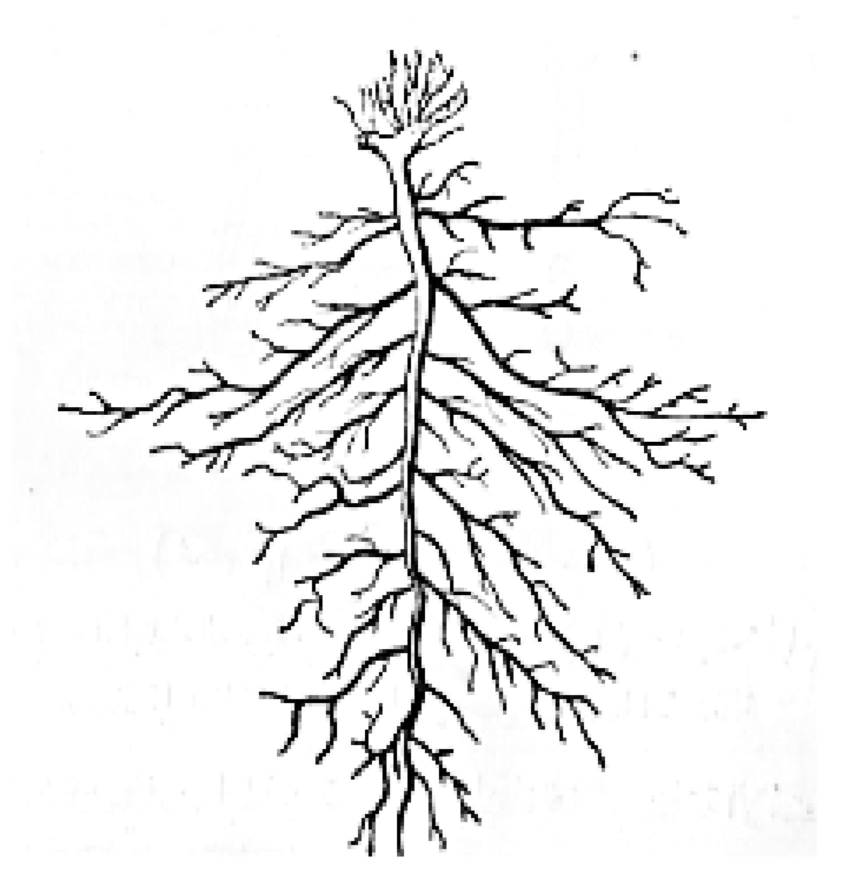
٥- **المنطقة الدائمة (المنطقة الجرداء) :** تقع هذه المنطقة فوق منطقة الشعيرات، وهي التي كان بها شعيرات ثم سقطت. ويوجد مكان هذه الشعيرات نقط حمراء صغيرة مكوَنة من مادة فلينية تسد الفتحات التي تركتها الشعيرات بعد سقوطها. وفي الجزء العلوي من هذه المنطقة تنشأ الجذور الثانوية من باطن الجذر أي من أنسجته الداخلية، ويمكن مشاهدة ذلك إذا قطعنا الجذر عرضيا في هذه المنطقة.

وظائف الجذر :

الوظائف الأساسية التي يؤديها الجذر للنبات هي :

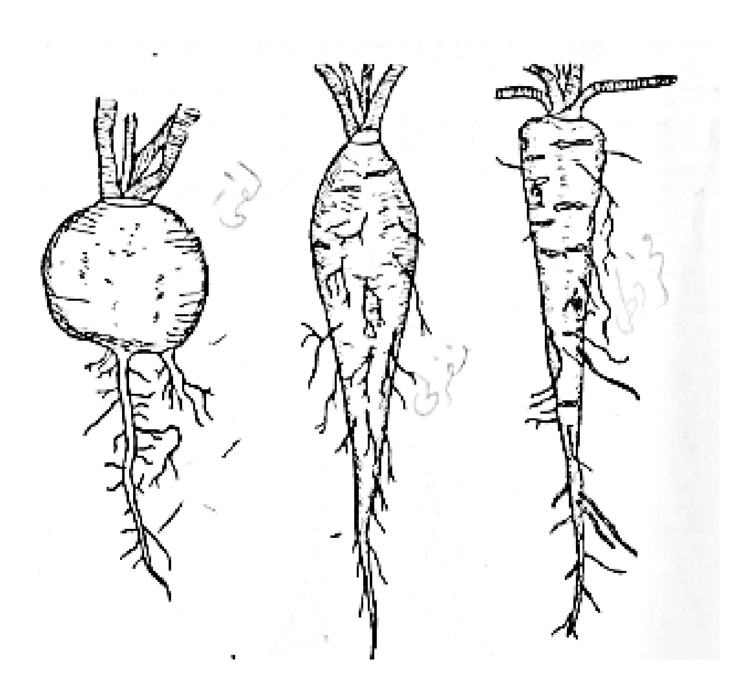
(١) يعمل على تثبيت النبات في التربة بتعمقه فيها وتفرعه خلالها.

(٢) يمتص الجذر من الأرض الماء والأملاح المذابة فيه التي يتركب منها الجزء الأكبر من غذاء النبات وذلك خلال الشعيرات الجذرية.



(شكل ٢٣ أ – جذر وتدي أصيل)

تشبه جذور معظم النباتات الزهرية جذر نبات الفول، أي أنها جذور أصلية وتدية، ولكن بعض النباتات تختزن في هذه الجذور مواد غذائية فتنتفخ وتعرف (بالجذور الوتدية الدرنية " مثل الجزر (جذر وتدي مخروطي) والفجل (جذر وتدي مغزلي) واللفت (جذر وتدي الفتى) (شكل ٢٣ "ب").

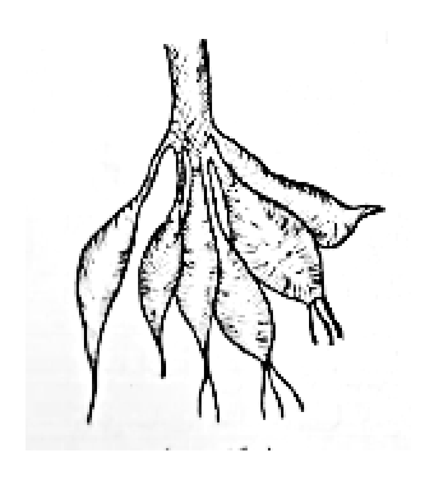


(شكل **٢٣** "ب" – جذور وتدية درنية)

مخروطي (الجزر). مغزلي (الفجل). لفتى (اللفت).

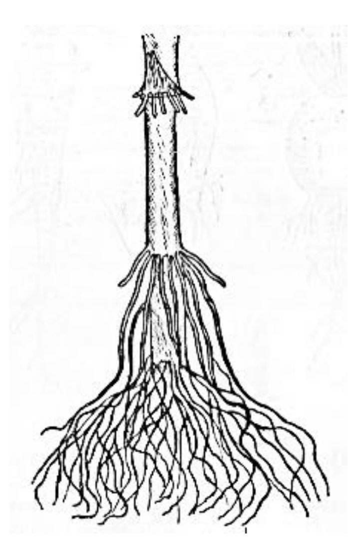
وهناك جذور أخرى لا تنشأ من نمو الجذير بل تنشأ على الساق أو على أي جزء آخر خلاف الجذر، ومثل هذه الجذور تعرف " بالجذور العرضية " وهي على عدة أنواع منها :

١- جذور ليفية : كجذور معظم النباتات ذات الفلقة الواحدة، وتنشأ على قاعدة الريشة. وتكون خيطية الشكل كما في القمح والذرة، وقد تختزن فيها مواد غذائية وتعرف " بالجذور الليفية الدرنية " كما في البطاطا والداليا (شكل ٢٤)



(شكل ٢٤)
جذور عرضية درنية (الداليا)

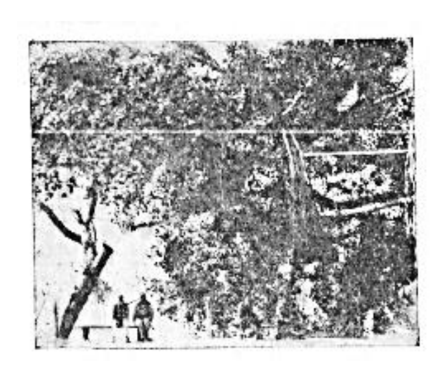
٢- **جذوردعامية** : تنشأ على الساق قريبا من سطح الأرض، وتدخل في الأرض فتعمل كدعامة لتقوية النبات ضد الاقتلاع، كذلك تستعمل في امتصاص المواد الغذائية كما في الذرة والقصب (شكل ٢٥).



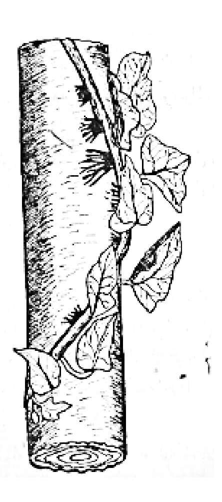
(شكل ٢٥ – جذور دعامية وليفية " الذرة ")

٣- جذور هوائية : تتدلى في الهواء من الفروع القريبة من الأرض حتى إذا وصلت إلى سطح الأرض دخلت فيها وامتصت المواد الغذائية كما في شجرة التين البنغالي (شكل ٢٦).

وهناك أنواع أخرى من الجذور العرضية تستعمل في أغراض شتى كالتسلق كما في نبات حبل المساكين (شكل ٢٧) والتنفس كما في ثبات الافيسينيا والتطفل كما في نبات الهالوك. وغير ذلك.



(شكل ٢٦ – جذور هوائية " التين البنغالي ")



(شكل ٢٧ – جذور تسلقية " حبل المساكين ")

ساق نبات الفول :

ساق نبات الفول قائمة في الهواء خضراء اللون رخصة وتعرف بأنها " ساق عشبية " ويحمل الساق الأوراق في نقط خاصة تعرف " بالعقد " وجزء الساق المحصور بين عقدتين متتاليتين يسمى " السلامية " وفي الزوايا المحصورة بين الساق والأوراق وهي المسماة بآباط الأوراق توجد بروزات مغطاة بوريقات خضراء متراكمة بعضها فوق بعض تعرف " بالبراعم الإبطية " وهي مناطق نمو ساكنة لا تلبث أن تنشط وتكوَن أفرعا أو أزهارا.

وتشاهد أيضا عند طرف الساق أوراق صغيرة متراكمة بعضها فوق بعض تغلف منطقة النمو التي تزيد في طول الساق، وتعرف هذه المنطقة " بالبرعم الطرفي ".

وإذا قطع ساق الفول عرضيا شوهد أنه أجوف ومربع الشكل تقريبا.

وظائف الساق :

الوظائف الأساسية التي يؤديها الساق للنبات هي :

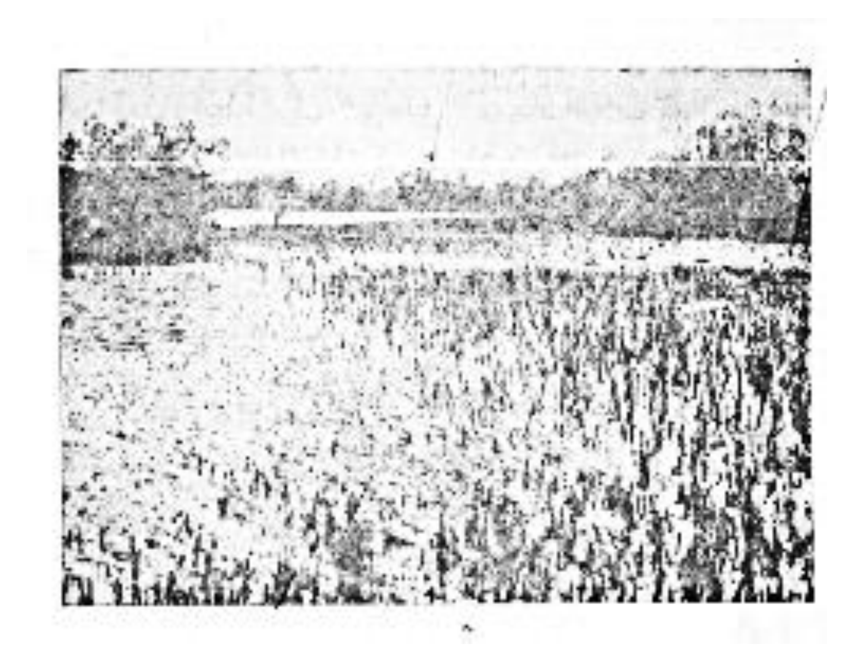
(١) يحمل الأوراق والأزهار ويعرضها للضوء والهواء حتى يمكنها القيام بوظائفها.

(٢) تنتقل العصارة الممتصة بواسطة الجذر خلال الساق حتى تصل إلى الأوراق لإنضاجها، وكذلك تنتقل العصارة الناضحة خلال الساق لتوزيعها لأجزاء النبات الأخرى.

* * *

وتختلف سيقان كثير من النباتات الزهرية عن ساق نبات الفول، إذ أن الأعشاب فقط هي التي ساقها عشبي، أما الشجيرات فلها ساق متوسط الطول خشبية التركيب، ولها فروع على جميع سطحها، والأشجار أيضا لها سيقان خشبية تبلغ في الطول أحيانا مبلغا عظيما ولها منطقة جرداء من الفروع فوق سطح الأرض تعرف بالجذع.

وساق الفول قائمة في الهواء، وتشبه سيقان معظم الشجيرات والأشجار التي تعرف " بالسيقان القائمة " غير أن هناك بعض الأعشاب لا تكون سيقانها قائمة في الهواء



(شكل ٢٨ – جذور تنفسية " الأفيسينيا ")



(شكل ٢٩ – ساق متسلقة " العليق ")

ويستعين بعضها على ذلك بالتسلق على دعائم توجد بجانبها كالأشجار أو جدران المنازل أو غير ذلك، وتعرف هذه "بالسيقان المتسلقة" مثل البازلاء التي تتسلق بمساعدة أعضاء خيطية تعرف "بالمحاليق" وسيقان اللبلاب تتسلق على دعائم. وبعض السيقان تنمو زاحفة فوق سطح الأرض مثل القرع وتعرف " بالسوق الزاحفة " (شكل ٣٠ و ٣١).



(شكل ٣٠ – ساق زاحفة " القرع ")

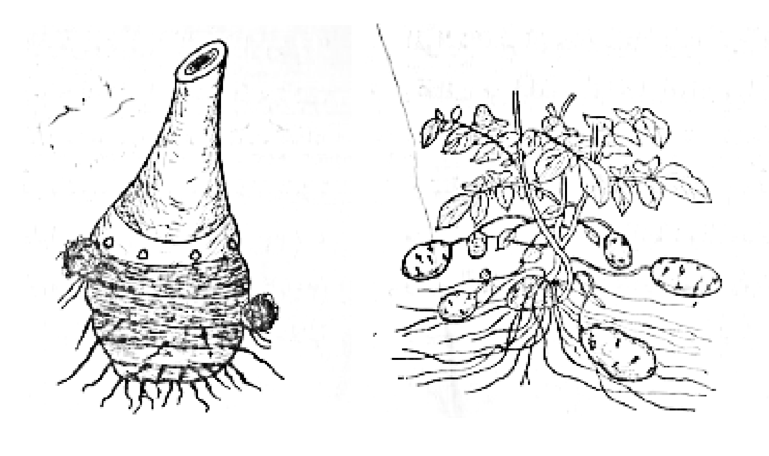


(شكل ٣١ – ساق جارية " ساق الشليك ")

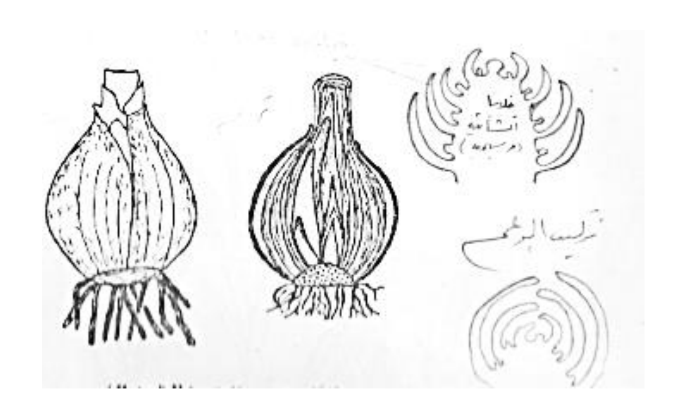
وكل هذه الأنواع من السيقان تنمو فوق سطح الأرض وتعرف " بالسوق الهوائية "، غير أن هناك سيقانا توجد تحت الأرض وتعرف " بالسوق الأرضية " وتختلف عن الجذور بأنها تحمل أوراقا وبراعم، كما أن تركيبها الداخلي يشبه تركيب السيقان. وهناك عدة أنواع للسوق الأرضية مثل ريزومة الغاب، وهي ساق أرضية موازية لسطح الأرض (شكل ٣٢). وكورمة القلقاس وهي ساق أرضية منتفخة لامتلائها بالمواد الغذائية، وتشاهد عليها قواعد الأوراق (شكل ٣٣)، ودرنة البطاطس وهي فرع دفن تحت الأرض وامتلأ بالمواد الغذائية (شكل ٣٤) والبصلة وهي ساق قرصية صغيرة توجد عليها قواعد الأوراق متشحمة لامتلائها بالمواد الغذائية (شكل ٣٥).



(شكل ٣٢ – ريزومة الغاب)

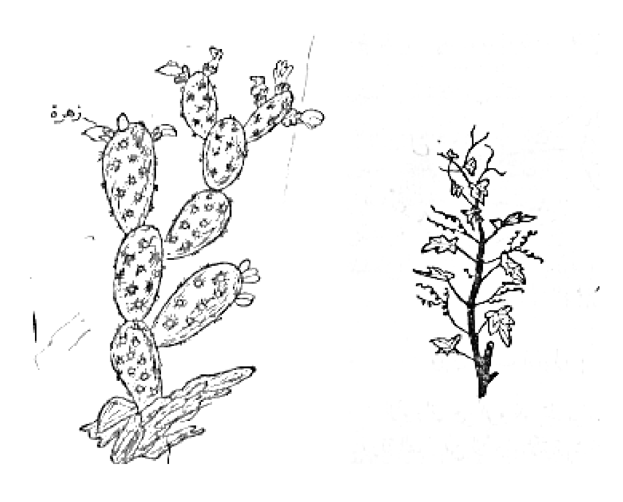


(شكل ٣٣ – كورمة القلقاس) (شكل ٣٤ – درنة البطاطس)



(شكل ٣٥ – ساق قرصية " البصل ")

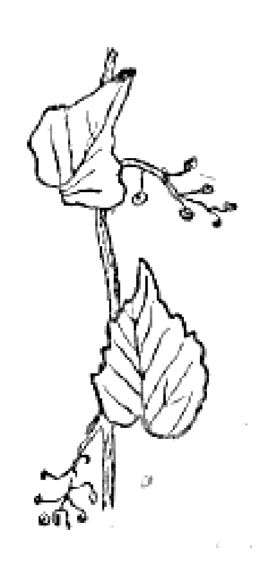
وقد يتغير شكل الساق عن الشكل المعهود فتأخذ شكلا آخر يقوم بوظيفة خاصة وتعرف مثل هذه السوق " بالسوق المتحورة " فتتحور مثلا على شكل أوراق وتقوم بوظائفها إذا كانت الأوراق الأصلية ضامرة كما في التين الشوكي (شكل ٣٦) أو تتحور إلى محاليق كما في العنب (شكل ٣٧) أو إلى أشواك كما في النارنج (شكل ٣٨)، وغير ذلك (شكل ٣٩، ٤٠).



(شكل ٣٦ – التين الشوكي)(شكل ٣٧ – ساق العنب)



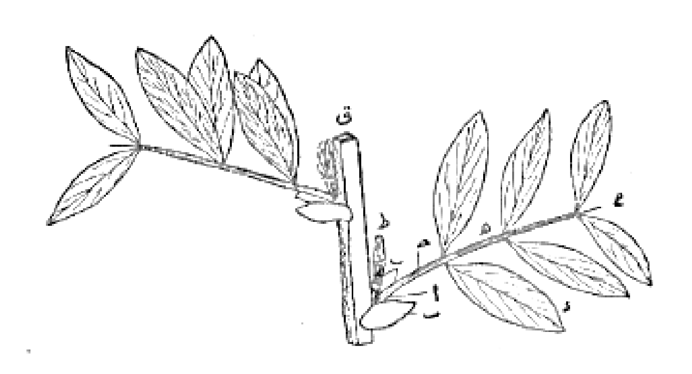
(شكل ٣٨ – شوكة النارنج)(شكل ٣٩ – ساق السفندر)



(شكل ٤٠ – ساق الامبلوبسس)

ورق نبات الفول :

الأوراق هي الزوائد الخضراء المنبسطة التي يحملها الساق وفروعه، وتتركب ورقة الفول من الأجزاء الآتية (شكل ٤١).



(شكل ٤١ – ورقة نبات الفول) ورقتان مركبتان متبادلتان على جزء من الساق

(أ) قاعدة الورقة. (ب) الأذينتان. (ج) العنق. (د) الوريقات.
(ه) العرق الوسطى. (ح) المحلاق. (ط) برعم إبطي.
(ق) الساق الأجوف.

١– **القاعدة** : هي موضع اتصال الورقة بالساق، وتوجد على كل من جانبيها زائدة صغيرة خضراء تسمى " الأذينة "

٢– **العنق** : هو جزء رفيع أسطواني يحمل جزء الورقة المنبسط بعيدا عن الساق.

٣– النصل : هو الجزء الأخضر المنبسط، ويتركب في ورقة نبات الفول من أجزاء صغيرة بيضية الشكل منفصلة بعضها عن بعض تعرف بالوريقات، ولذلك تسمى ورقة الفول " ورقة مركبة " والجزء الذي يحمل الوريقات يسمى " العرق الوسطى " وهو على امتداد عنق الورقة وينتهي بزائدة رفيعة تسمى " المحلاق ". وتشاهد في الوريقات عروق جانبية صغيرة متفرعة على شكل شبكي والأوراق متبادلة الوضع على الساق أي أنه

توجد ورقة واحدة عند كل عقدة والورقتان اللتان عند عقدتين متتاليتين تكونان في اتجاهين مختلفين.

وظائف الورقة :

الوظائف الأساسية التي تؤديها الورقة للنبات هي :

(١) تقوم الورقة بواسطة المادة الخضراء الموجودة بها والمعروفة بالكلوروفيل، بتمثيل الكربون من ثاني أكسيد الكربون الجوَي بمساعدة ضوء الشمس ويعرف ذلك " بالتمثيل الضوئي ".

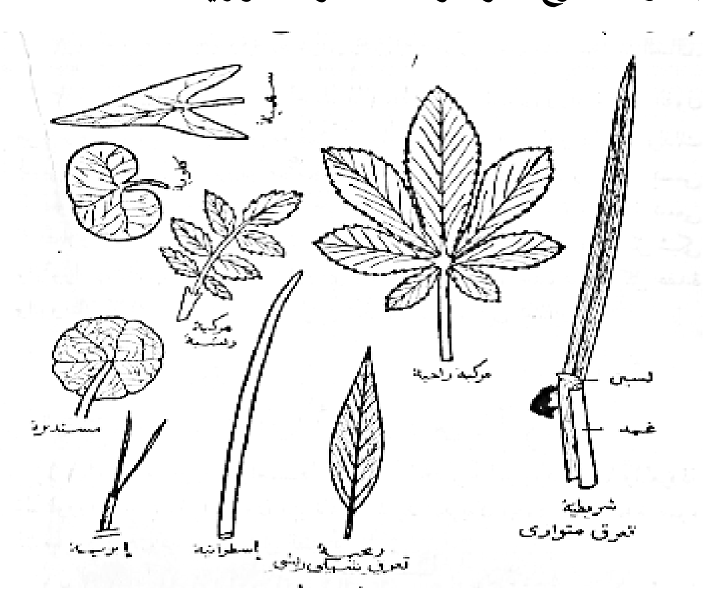
(٢) يدخل الهواء الجوَي أنسجة الورقة من فتحات دقيقة توجد على سطحيها فتأخذ الأكسجين وتطرد ثاني أكسيد الكربون، وهذا هو أساس عملية " التنفس ".

(٣) يخرج من ثغور الورقة الماء الزائد عن حاجة النبات على شكل بخار. وتعرف هذه العملية " بالنتح ".

* * *

أغلب أوراق النباتات الزهرية لا تشبه ورقة الفول في كونها مركبة من وريقات صغيرة، بل يتكوَن نصلها من قطعة واحدة وتعزف " بالأوراق البسيطة " تكون لها أيضا قاعدة وعنق ونصل عليه عرق وسطي تخرج منه فروع جانبية متشابكة ويعرف هذا النوع " بالتعرق الشبكي " وقد تكون فروع العرق الوسطى جانبية غير متشابكة ويعرف التعرف بأنه " ريشي " (شكل ٤٢) وقد تظهر العروق جميعها مبتدئة من قاعدة النصل ومتفرعة

فيه ويعرف ذلك " بالتعرق الراحي " (شكل ٤٣) كما في ورق القطن والعنب. وهناك نوع آخر يعرف " بالتعرق المتوازي "



(شكل ٤٢ – أنواع الأوراق)

ويشاهد في أوراق النباتات ذات الفلقة الواحدة مثل الذرة والقصب حيث تكون العروق الجانبية موازية لبعضها وللعرق الأوسط، ويلاحظ في هذه الأوراق أيضا أن القاعدة استطالت وغلفت جزءا من الساق وتعرف " بالغمد " (شكل ٤٢).

وهناك أشكال مختلفة لنصل الورقة فقد يكون " إبريا " كما في الصنوبر أو " أسطوانيا " كما في البصل أو " شريطيا " كما في الذرة أو " رمحيا " كما في الكافور أو غير ذلك (شكل ٤٢).

ويختلف أيضا وضع الأوراق على الساق فقد تكون متقابلة أو

متبادلة. كما أن بعضها يبقى على النبات طول العام ويعرف النبات إذ ذاك بأنه " دائم الخضرة ".

وهناك أشجار تتساقط أوراقها مدة الخريف والشتاء وتعرف بأنها " متساقطة الأوراق ".

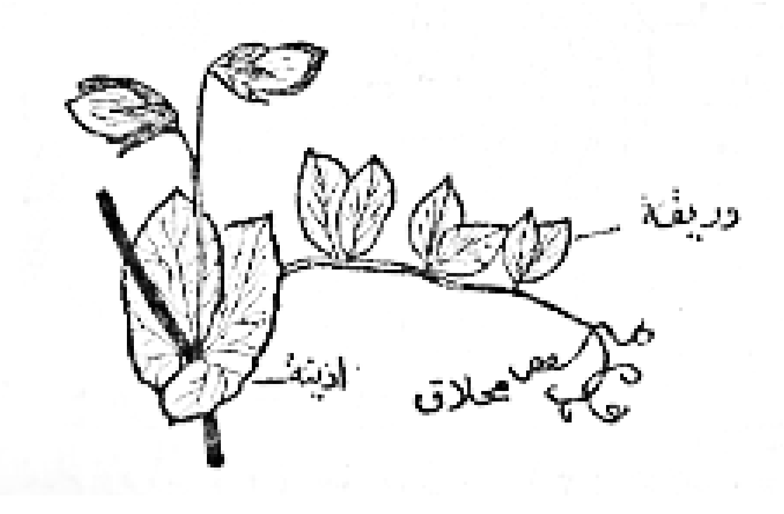


تعرقي شبكي راحي

(شكل ٤٣)

وقد تتحور الأوراق أيضا لتقوم بوظائف خاصة فتتحور إلى محاليق للتسلق كما في البازلاء (شكل ٤٤) أو إلى أشواك لحماية النبات كما في التين الشوكي أو إلى مصائد على شكل دورق ممتلئ بسائل لصيد الحشرات كما في نبات النبنثس، وتعرف الأوراق الخضراء بأنها " خوصية " وقد تعرف بأسماء أخرى نظرا لمكان وجودها أو الوظيفة التي تقوم بها " كالحراشيف " وهي أوراق توجد على السيقان الأرضية والفلقات وهي

الأوراق الجنينية. والأوراق الزهرية وغير ذلك (شكل ٢٦).

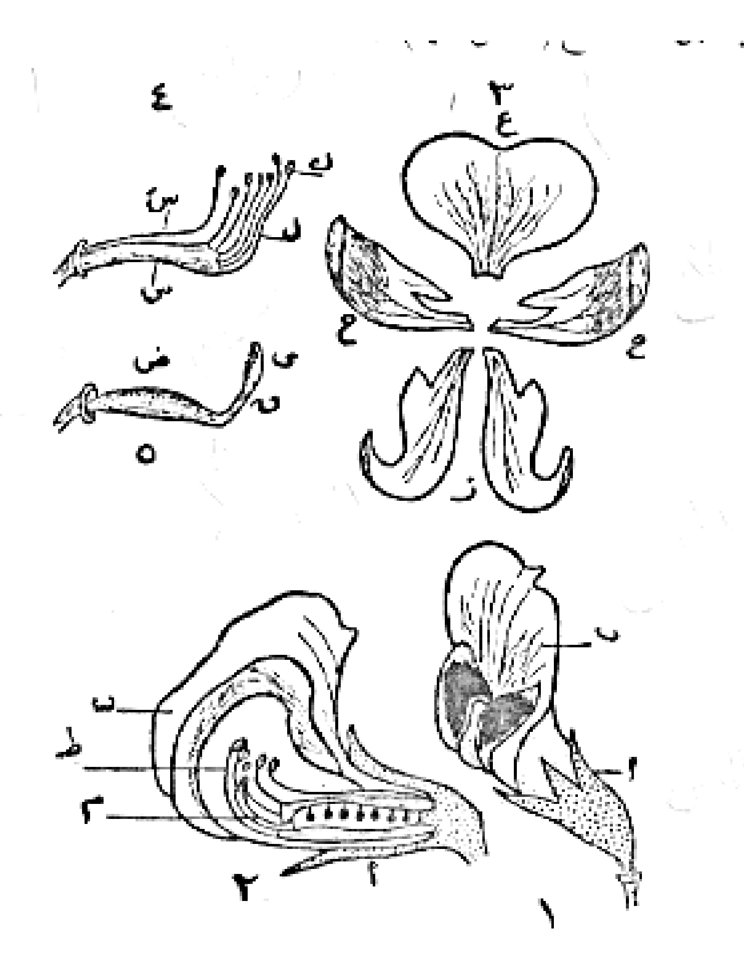


(شكل ٤٤ – ورقة البازلاء)

زهرة نبات الفول :

تظهر الأزهار على الساق من براعم زهرية، وتوجد الأزهار في نبات الفول في مجموعات عنقودية الشكل، وتعرف مثل هذه المجموعات الزهرية " بالنورات " تتركب الزهرة من عنق قصير يحمل عند قمته غلافا صغيرا أخضر اللون يتكون من خمس وريقات متحدة من أسفل ومنفصلة من أعلى، ويسمى هذا الغلاف " بالكأس ".

وتعرف كل وريقة من وريقاته " بالسبلة " ووظيفة هذا الكأس حماية الزهرة قبل أن تتفتح (شكل ٤٥).



(شكل ٤٥ – زهرة الفول)

(١) الشكل العام للزهرة. (٢) قطاع طولي. (٣) البتلات.
(٤) الطلع. (٥) المتاع. (أ) الكأس. (ب) التويج. (ط) الطلع.
(م) المتاع. (ع) العلم. (ح) الجناح. (ز) الزورق. (س) الأنبوبة السدائية. (سَ) السداة السائبة. (ل) الخيط. (ك) المتك.
(ض) المبيض. (ق) القلم. (ي) الميسم.

ويلي الكأس من الداخل غلاف آخر أبيض اللون يجذب الحشرات للزهرة ويتركب من خمس وريقات تسمى كل منها " بتلة ". ويعرف هذا الغلاف في مجموعه " بالتويج " وإليه يعزي لون الزهرة، وتوجد كبرى البتلات إلى الخلف جهة الساق وتسمى " العلم " ويشاهد عند قاعدتها خطوط سوداء اللون. والبتلتان الجانبيتان يعرف كل منهما " بالجناح "، ويوجد على كل منهما بقعة سمراء كبيرة. والبتلتان الأماميتان متحدتان من أسفل وتعرفان " بالزورق ". وإذا ضغط طرف الزورق إلى أسفل برزت منه أجسام خيطية عددها عشرة، تسعة منها ملتحمة على شكل أنبوبة، والعاشر وهو الخلقي سائب. وتنتهي هذه الخيوط عند قمتها بانتفاخات بيضية الشكل برتقالية اللون تعرف " بالمتك " يتكون فيها حبيبات دقيقة على شكل مسحوق أصفر اللون تعرف بحبوب اللقاح وفي هذه الحبوب تتكون الخلايا الذكرية. ويسمى كل خيط ومتك " بالسداة " ومجموعة الأسدية " بالطلع " وهو عضو التذكير في الزهرة.

وإذا انتزعت الأسدية فإننا نشاهد داخلها في مركز الزهرة جسما مستطيلا أنبوبي الشكل إلى حد ما، جزؤه السفلي منتفخ يعرف " بالمبيض " ويحتوي على أجسام بيضية صغيرة تسمى " البويضات " ويعلو المبيض جزء أسطواني قصير مائل يسمى " القلم " ينتهي طرفه العلوي بجسم ريشي الشكل لزج يسمى " الميسم " وظيفته التقاط حبوب اللقاح والاحتفاظ بها. ويعرف المبيض والقلم والميسم في مجموعها " بالكربلة " وهي تكوَن في زهرة الفول عضو التأنيث المعروف " بالمتاع " والذي يتكون في بعض الأزهار من أكثر من كربلة.

وبعد نزع أجزاء الزهرة نجد أنها متصلة بطرف العنق العلوي المنتفخ وهو المعروف " بالتخت ". وهذه الأجزاء مرصوصة عليه في أربع محيطات : الكأس من الخارج ويليه التويج ثم الطلع ثم المتاع في الوسط. ويوجد حول قاعدة المبيض على التخت سائل عسلي " الرحيق " نفرزه خلايا خاصة تعرف بالغدد الرحيقية.

ثمرة نبات الفول :

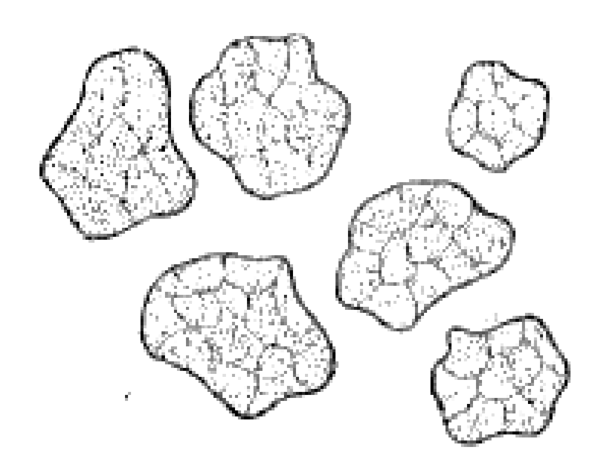
تعرف ثمرة نبات الفول بالقرنة وقد نشأت من مبيض الزهرة، وتنمو البويضات التي به إلى بذور.

الباب الثالث

التركيب الداخلي لأعضاء النبات

الخلية النباتية

يتركب جسم النبات كأجسام جميع الكائنات الحية من وحدات صغيرة لا ترى بالعين المجردة تعرف بالخلايا. وقد يقتصر تركيب النبات على خلية واحدة كما في النباتات الدنيئة، ومن ذلك يتضح أن الخلية هي وحدة تركيب الكائن الحي وأساس بناء جميع النباتات، وليس من الصعب التأكد من أن جسم النبات مركب من خلايا فأعضاء النبات المختلفة يمكن تجزئتها إلى خلايا بسهولة، مثال ذلك درنة البطاطس وهي ساق أرضية تكون صلبة في حالة الحياة، ولو وضعناها في ماء يغلي مدة كافية نجد أنها أصبحت طرية فإذا أخذنا جزءا منها ووضعناه في أنبوبة اختبار ثم رججناه داخل الأنبوبة نجد أن خلاياه انفصلت وصارت واضحة كنقط بيضاء دقيقة يمكن مشاهدتها بسهولة بواسطة المجهر (شكل ٤٦).



(شكل ٤٦ – خلايا درنة البطاطس)

وتتجمع الخلايا المتجانسة وتكوَن أنسجة مختلفة، ويتميز في جسم النبات ثلاث أنواع من الأنسجة الرئيسية :

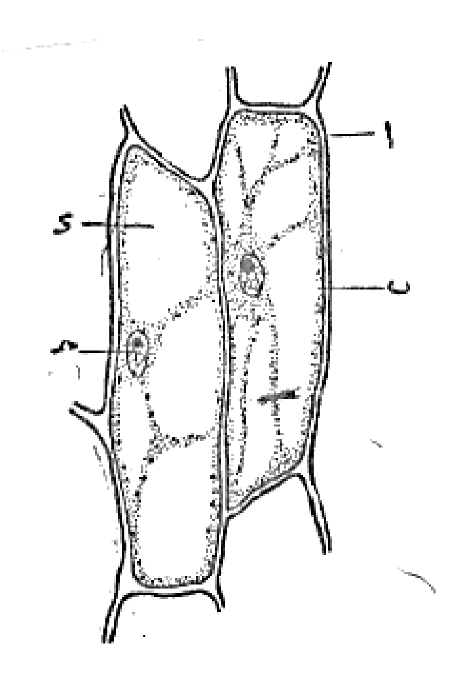
(أ) **النسيج الوقائي**– كالطبقة الخارجية التي تحيط بأعضاء النبات مثل قشرة البطاطس.

(ب) **النسيج الوعائي**– وهو الناقل للأغذية المختلفة في جسم النبات ويتمثل بوضوح في عروق الأوراق.

(ج) **النسيج الأساسي**– ويتمثل في الطبقات الرخوة من الخلايا الموجودة بين النسيجين السابقين كالجزء العصيري الذي يؤكل من الثمار.

وتتركب الخلية النباتية عادة من ثلاثة أجزاء :

(أ) الجدار الخلوي. (ب) البروتوبلازم. (ج) العصارة الخلوية (شكل ٤٧)



(شكل ٤٧ – الخلايا النباتية)

(أ) الجدار السليولوزي. (ب) السيتوبلازم. (ج) النواة.
(د) الفراغ الخلوي.

الجدار الخلوي :

يحيط بالخلية النباتية جدار غير حي من إفراز البروتوبلازم، ويتركب من مادة صلبة كربوايدراتية تعرف بالسليولوز ويكون الجدار رقيقا ومرنا في الخلايا الحديثة ويزداد في السمك كلما كبرت الخلايا.

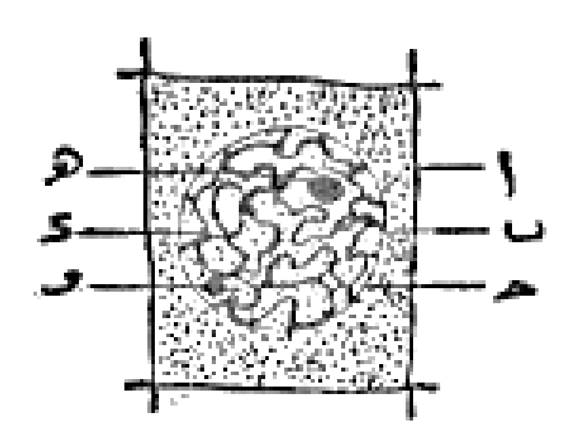
البروتوبلازم :

هي المادة الحية في الخلية وهي هلامية نصف شفافة وتتركب كيمائيا من مواد زلالية معقد التركيب وتملأ في الخلايا الحديثة جميع فراغ الخلية،

وينقسم بروتوبلازم الخلية إلى قسمين متميزين.

(أ) السيتوبلازم – وهو الجزء المائع من البروتوبلازم ويبطن الجدار الخلوي ويحيط بالفجوات العصارية.

(ب) النواة – وهي جسم براق أكثر كثافة من السيتوبلازم ويندر أن تخلو منه خلية حية، وتكون النواة كبيرة الحجم نسبيا في الخلايا الحديثة وهي المعروفة بالخلايا المرستيمية (شكل ٤٨).



(شكل ٤٨ – خلية مرستيمية)

(أ) الجدار السليولوزي. (ب) السيتوبلازم.

(ج) الغشاء النووي. (د) الشبكة الكروماتينية.

(هـ) النوية. (و) السائل النووي.

وتظهر النواة بوضوح إذا وضعت نقطة من محلول اليود عند فحصها

بالمجهر حيث يمكن مشاهدة أجزائها بالقوة المكبرة للمجهر فيشاهد أنها تتركب من خيوط دقيقة متشابكة، تعرف في مجموعها بالشبكة النووية (الكروماتينية) ويظهر بوسطها جسم براق أكثر كثافة من النواة تعرف بالنوبة. وقد توجد في النواة أكثر من نوية واحدة، وتسبح الشبكة في سائل شفاف يعرف بالسائل النووي ويحيط بها جدار رقيق يسمى الغشاء النووي.

وتعتبر النواة أهم جزء في الخلية لأنها عامل مهم في حياتنا وتكاثرها.

العصار الخلوية :

توجد في الخلايا البالغة فقط فتتخلل السيتوبلازم فجوات تظهر كأنها خالية والحقيقة أنها ممتلئة بسائل هو العصارة الخلوية وتحتوي هذه العصارة على ماء ذائب فيه أملاح مختلفة وبضع أحماض عضوية.

البلاستيدات :

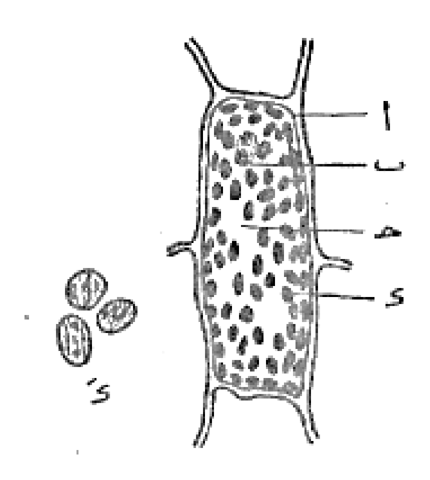
وتحتوي معظم الخلايا النباتية عدا ما ذكر على أجسام بروتوبلازمية سابحة في السيتوبلازم تعرف بالبلاستيدات ويعزي لها ألوان مختلفة في أجزاء النبات غالبا. ويتميز في البلاستيدات ثلاثة أنواع :

(أ) **البلاستيدات الخضراء**– هي أجسام كثيفة بيضية الشكل تقريبا تتركز فيها مادة الكلوروفيل الخضراء وهي منتشرة في أجزاء النبات الخضراء (شكل ٤٩).

(ب) **البلاستيدات الملونة**– وهي صفراء أو حمراء أو برتقالية اللون وتوجد في الأزهار والثمار وفي بعض أوراق نباتات الزينة المزركشة.

(ج) البلاستيدات عديمة اللون – ليس بها مادة ملونة وتوجد في الأجزاء البعيدة عن الضوء وفيها يتكون النشاء، وقد تتحول تحت تأثير الضوء إلى بلاستيدات خضراء كما أنها قد تتحول إلى بلاستيدات ملونة كما في الأزهار والثمار.

ولدراسة التركيب الداخلي لأي عضو من أعضاء النبات تعمل بهذه الأعضاء قطاعات رقيقة في اتجاهات مختلفة بآلة حادة كالموسي مثلا، وتوضع فوق شرائح زجاجية مع نقطة من الماء وتغطى بغطاء زجاجي رقيق، وقد تصبغ بأصباغ مختلفة لتوضيح خلاياها توضيحا تاما ثم تفحص هذه القطاعات تحت المجهر.



(شكل ٤٩ – خلية نباتية خضراء)

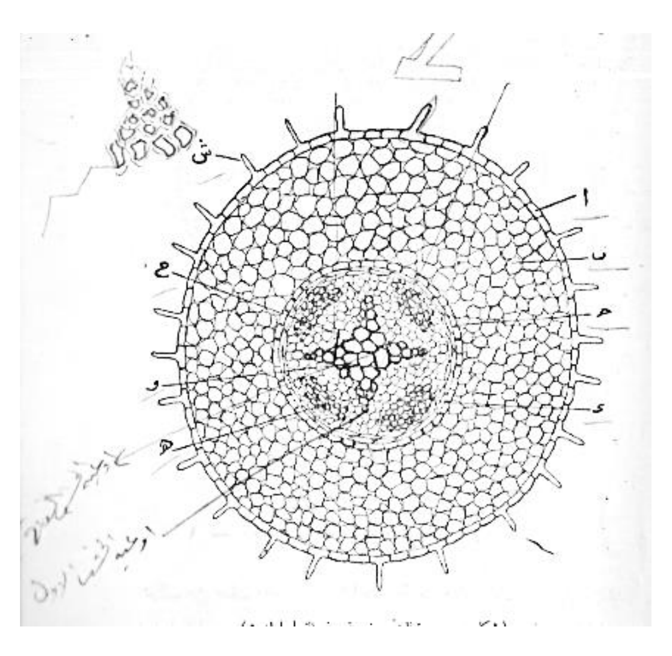
(أ) الجدار. (ب) النواة. (ج) الفراغ الخلوي.

(د) البلاستيدات. (د) بلاستيدات مكبرة.

التركيب الداخلي للجذر

يتركب جذر النبات من طبقات مختلفة داخل بعضها يمكن دراستها بسولة إذا فحص قطاع مستعرض في الطبقة العليا من منطقة الشعيرات الجذرية بجذر الفول مثلا تحت المجهر.

وهذه الطبقات مرتبة من الخارج إلى الداخل كما يأتي : (شكل **٥٠** و **٥١**).

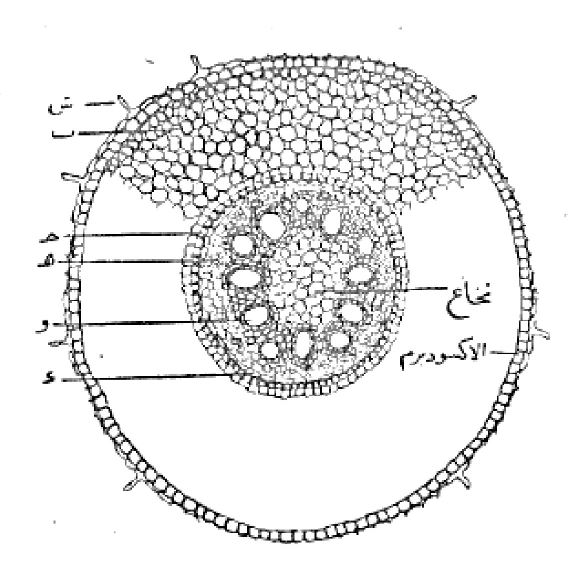


(شكل **٥٠** – قطاع عرضي في جذر الفول الحديث)

(أ) الطبقة الخارجية. (ب) القشرة. (ج) الأندودرمس.

(د) الطبقة المحيطة. (هـ) اللحاء. (و) الخشب.

(ح) النسيج الأساسي. (ش) شعيرة جذرية.



(شكل ٥١ – قطاع عرضي في جذر الذرة يشاهد به كثرة عدد الحزم الوعائية ووجود نخاع متميز في الوسط)

١- الطبقة الخارجية (الوبرية) :

تتركب من صف واحد من خلايا مفلطحة متلاصقة ذات جدر رقيقة يتمدد بعضها إلى الخارج مكوَنا زوائد أنبوبية ذات جدر رقيقة جدا يمكن للماء والأملاح المذابة فيه أن تنفذ خلالها، وتعرف هذه الزوائد بالشعيرات الجذرية فتقوم بامتصاص العصارة النيئة من التربة، ولا تعيش الشعيرات الجذرية طويلا بل لا تلبث أن تزول وتتلاشى معها الطبقة السطحية ويحل محلها الطبقة التي تحتها مباشرة التي تعرف إذ ذاك بالاكسودرم وتقوم بحماية أجزاء الجذر الداخلية وتتغلط جدرها الخارجية عادة.

٢- القشرة :

وتتركب من عدة طبقات من خلايا برانشيمية وهي خلايا رقيقة الجدر

مضلعة الشكل توجد بينها مسافات واسعة تعرف بالمسافات البينية وتتصل هذه المسافات ببعضها في جميع أجزاء النبات وتسمح بمرور الغازات والسوائل خلالها.

ووظيفة القشرة توصيل السوائل الممتصة من الشعيرات الجذرية إلى أجزاء الجذر الداخلية كما أنها قد تقوم بخزن المواد الغذائية.

٣- البشرة الداخلية (الأندودرمس) :

هي آخر طبقة في القشرة وتتركب من صف واحد من خلايا متلاصقة تماما لا تتخللها مسافات بينية وجدرها الجانبية مغلظة بمادة فلينية.

٤- الأسطوانة الوعائية :

تشمل جميع الأنسجة الموجودة داخل طبقة الأندودرمس وتتركب من الأنسجة الآتية :

(أ) **الطبقة المحيطة** (**البريسيكل**)– وتتركب من طبقة سمكها خلية واحدة أو أكثر تلي طبقة الأندودرمس من الداخل وخلايا برانشيمية رقيقة الجدر متلاصقة، ومنها تنشأ الجذور الثانوية.

(ب) **الخشب**– يشاهد في وسط الأسطوانة الوعائية على شكل أذرع تمتد من الطبقة المحيطة إلى الداخل بقرب مركز الجذر. ويتكون الخشب من خلايا ميتة ليس بها بروتوبلازم، سميكة الجدر مضلعة بعضها ضيق وهو القريب من الطبقة المحيطة ويسمى بالخشب الأول (بروتوزيلم) وبعضها واسع وهو القريب من المركز ويعرف بالخشب الثاني (ميتازيلم). ولو فحصنا قطاعا طوليا لوجدنا أن هذه الخلايا مستطيل على شكل أنابيب

وأن جدرها العرضية تلاشت واتصلت الخلايا ببعضها مكونة أوعية خشبية مغلظة الجدر، وظيفتها نقل العصارة الممتصة بواسطة الشعيرات الجذرية وتوصيلها إلى الساق والأوراق.

(ج) **اللحاء**– ويتكون من مجموعات من الخلايا الحية توجد بين الأذرع الخشبية أي أنها تتبادل معها، وهي قريبة من الطبقة المحيطة، ويشاهد في القطاع الطولي أن اللحاء مركب من خلايا مستطيلة بعضها فوق بعض، جدارها مبطن بالبروتوبلازم وبوسطها فجوة كبيرة وجدرها العرضية أي التي تفصل الخلايا عن بعضها مثقبة على شكل غربال، وتعرف بالحواجز الغربالية، وتسمى هذه الخلايا بالأنابيب الغربالية، وتصحب كل من هذه الخلايا خلية أخرى رفيعة غنية بالبروتوبلازم تعرف بالخلية المرافقة، وتقوم هذه الأنابيب بنقل المواد الغذائية من الأوراق إلى جميع أجزاء النبات.

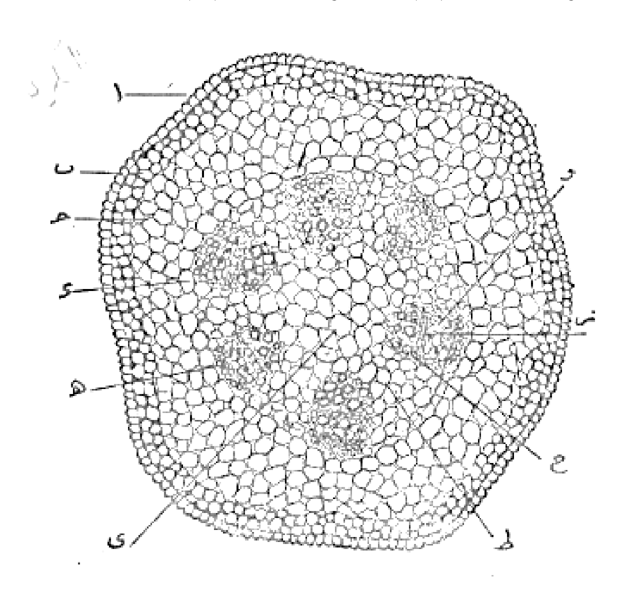
(د) **النخاع**– وهو مجموعة من الخلايا البرانشيمية الرفيعة الجدر تشغل مركز الجذر، وقد لا يوجد النخاع في بعض الجذور ويوجد مكانه أوعية خشبية كبيرة، وفي هذه الحالة يكون الجذر أصم، وإذا وجد النخاع فإنه كثيرا ما يقوم باختزان المواد الغذائية في خلاياه.

وتقوم الأسطوانة الوعائية بجانب وظيفة توصيلها للعصارات المختلفة بواسطة الخشب واللحاء بوظيفة ميكانيكية نظرا لاحتوائها على خلايا غليظة الجدر فيتمكن الجذر بواسطتها من مقاومة الشد الذي يتعرض له النبات، ويساعده على ذلك وجودها في مركز الجذر.

التركيب الداخلي للساق

تتركب الساق الحديثة من أنسجة مختلفة موضوعة في طبقات متعاقبة تقابل الطبقات التي يتركب منها الجذر، فلو فحصنا قطاعا عرضيا في ساق حديثة كساق عباد الشمس قرب برعمها الطرفي نجد أنها تتركب من الطبقات الآتية وهي مرتبة من الخارج إلى الداخل (شكل ٥٢).

(١) البشرة. (٢) القشرة. (٣) الأسطوانة الوعائية.



(شكل – ٥٢ قطاع عرضي في ساق عباد الشمس الحديث)

(أ) البشرة. (هـ) ألياف الطبقة المحيطة. (ح)الخشب.

(ب) خلايا القشرة الكولنشيمية. (و)اللحاء.

(ط)الأشعة النخاعية. (ج) خلايا القشرة البرانشيمية.

(ز) الكبيوم. (ي) النخاع. (د) الغلاف النشوي.

١- البشرة :

هي النسيج الخارجي للساق ويتركب من طبقة واحدة خلاياها حية مغلظة ومتراصة بجوار بعضها البعض لا يتخللها مسافات بينية وجدرها الخارجية أغلظ من باقي الجدر، ومغطاة بطبقة رفيعة من الكيوتين تمنع نفاذ الغازات والسوائل. والكيوتين مادة كربوايدراتية صلبة. ولا يوجد بهذه الخلايا بلاستيدات خضراء وقد يتخلل نسيج البشرة ثقوب صغيرة تعرف بالثغور وظيفتها تبادل الغازات مع الجو الخارجي، وقد تنمو من بعض خلايا البشرة زوائد كالشعيرات تتركب من خلية واحدة أو أكثر. ووظيفة البشرة حماية الأجزاء الداخلية وهي نسج واق.

٢- القشرة :

تتركب من عدة طبقات من خلايا برانشيمية بلا بلاستيدات خضراء يقل عددها كلما ابتعدنا عن البشرة، وقد تكون الطبقات الخارجية من القشرة خلايا أركان جدرها سميكة تزيد صلابة الساق، وتعرف مثل هذه الخلايا بالخلايا الكولنشيمية كما أنه قد توجد أنواع أخرى من الخلايا السميكة الجدر في هذه المنطقة.

وتنتهي القشرة من الداخل بطبقة من الخلايا غنية بحبيبات النشاء تعرف " بالغلاف النشوي " وهو يقابل طبقة الإندودرمس في الجذر.

وتشترك القشرة مع الأوراق في تمثيل الغذاء إذا كانت خضراء كما في النباتات العشبية. كما أنه قد تختزن فيها المواد الغذائية.

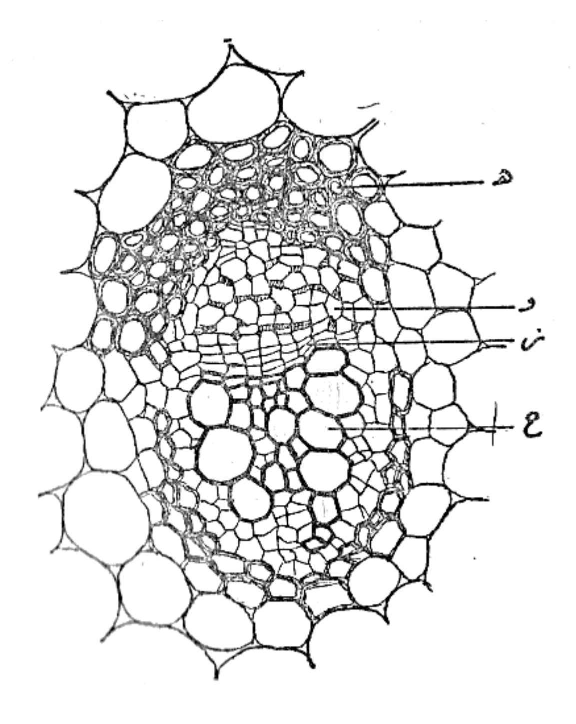
ويشاهد أن طبقة القشرة في الساق أضيق منها في الجذر.

٣- الأسطوانة الوعائية :

تتركب الأسطوانة الوعائية من الأنسجة الآتية :

(أ) **الطبقة المحيطة**- سمكها خلية واحدة أو أكثر وخلاياها برانشيمية قد توجد بينها خلايا ميتة مدببة الأطراف غليظة الجدران تعرف بالألياف.

(ب) **الحزم الوعائية**- مثلثة الشكل تقريبا ومرتبة على شكل حلقة وتتركب كل حزمة منها (شكل **٥٣**) من لحاء وخشب يتوسطها نسيج من خلايا مرستيمية تعرف " بالكمبيوم " ويوجد اللحاء والخشب في كل حزمة على نصف قطر واحد، ويشغل اللحاء الجزء الخارجي من الحزمة الملاصق



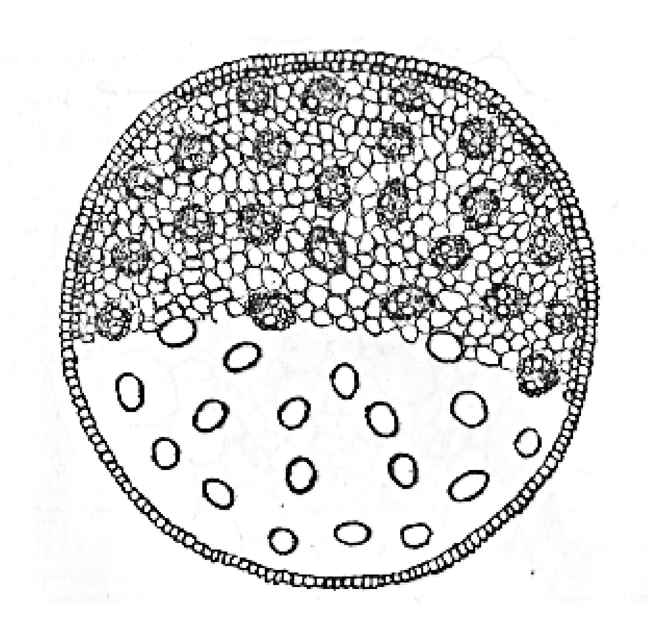
(شكل **٥٣** – قطاع عرضي في حزمة وعائية من ساق عباد الشمس الحديث)

(هـ) ألياف الطبقة المحيطة (و) اللحاء (ز) الكمبيوم. (ح) الخشب.

للطبقة المحيطة ويتركب من أنابيب غربالية وخلايا مرافقة بينها خلايا برانشيمية وألياف، ويشغل الخشب الجزء الداخلي من الحزمة ويتركب من أوعية خشبية مختلفة الحجم بينها خلايا برانشيمية وألياف، وتكون أوعية الخشب الضيقة وهي المعروفة بالخشب الثاني متجهة إلى الخارج على عكس ما في الجذر، وخلايا الكمبيوم المرستيمية نشطة الأنقسام فتنقسم التي إلى جهة الخشب وتتحول إلى أوعية خشبية جديدة والتي إلى جهة اللحاء إلى خلايا لحائية جديدة وذلك عندما يأخذ الساق في الازدياد في السمك.

(ج) **النخاع**– يشغل جزءا كبيرا من مركز الساق ويتركب من خلايا برانشيمية بينها مسافات بينية ويقوم بتخزين المواد الغذائية، وكثيرا ما يتخلل النخاع ويتلاشى فيصبح الساق أجوف كما في ساق الفول.

(د) الأشعة النخاعية – تتركب من خلايا برانشيمية تشبه خلايا النخاع وتوجد بين الحزم الوعائية وتصل النخاع بالقشرة وقد تخزن بها المواد الغذائية



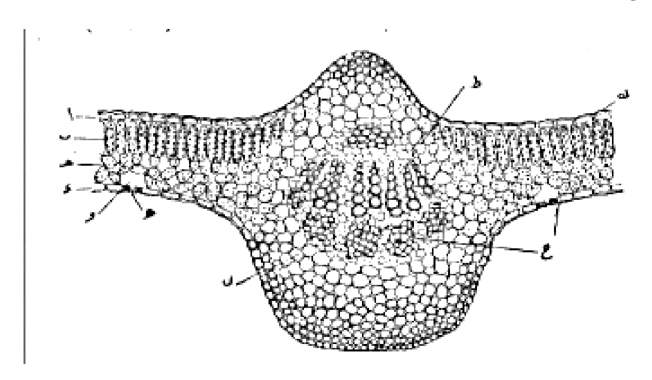
(شكل ٥٤ – قطاع عرضي في ساق الذرة يشاهد به كثرة عدد الحزم الوعائية وتبعثرها وخلوها من الكمبيووم)

أيضا، ويلاحظ في تركيب الساق أن الخلايا السميكة الجدر توجد قريبة من القشرة، وكذلك الأسطوانة الوعائية تشغل الجزء الخارجي من الساق، وكل ذلك يساعد الساق على مقاومة الانحناء الذي يتعرض له بتأثير الرياح وغيرها.

ويختلف تركيب الساق في النبات ذات الفلقة الواحدة كساق الذرة مثلا (شكل ٥٤) عن تركيب ساق النبات ذاي الفلقتين السابق وصفه، وأهم هذا الاختلاف أن الحزم الوعائية في ذوات الفلقة الواحدة كثيرة العدد ومبعثرة على غير نظام، ولا يوجد فيها كمبيوم، كما أنه لا يتميز في الساق النخاع من الأشعة النخاعية من القشرة.

التركيب الداخلي للورقة

تتركب الورقة من ثلاثة أجزاء، هي القاعدة والعنق والنصل، ولو فحصنا قطاعا عرضيا في النصل بحيث يمر بالعرق الوسطى ويكون عموديا عليه لأمكن معرفة التركيب الداخلي للورقة حيث يتكون من الأنسجة الآتية (شكل ٥٥).



(شكل ٥٥ – قطاع عرضي في ورقة القطن)

(أ) البشرة العليا (ب) النسيج العمادي. (ج) النسيج الأسفنجي.
(د) البشرة السفلى. (هـ) الثغر. (و) غرفة هوائية. (ح) اللحاء.
(ط) الخشب. (ك) كيوتين. (ل) نسيج برانشيمي يحيط بالحزمة الوعائية.

١- البشرة العليا :

تشبه بشرة الساق إذ تتكون من صف واحد من خلايا متلاصقة ليس بها بلاستيدات خضراء وجدرها الخارجية سميكة ومغطاة بطبقة من الكيوتين. وقد يتخلل البشرة العليا قليل من الثغور، ووظيفة البشرة حماية الأنسجة الداخلية للورقة وتركيز أشعة الشمس على الأنسجة التي تحتها.

٢- النسيج الوسطي (الميزوفيل) :

يكوَن جسم النصل الداخلي ويتركب من خلايا برانشيمية موجودة في طبقتين متميزتين :

(أ) النسيج العمادي – ويتركب عادة من طبقة واحدة وأحيانا من طبقتين، من خلايا طويلة متعامدة على البشرة العليا، ويوجد بين هذه الخلايا مسافاة بينية ضيقة كما أنها تحتوي على عدد كبير من البلاستيدات الخضراء.

ووظيفة هذه الطبقة الأساسية هي القيام بعملية التمثيل الضوئي.

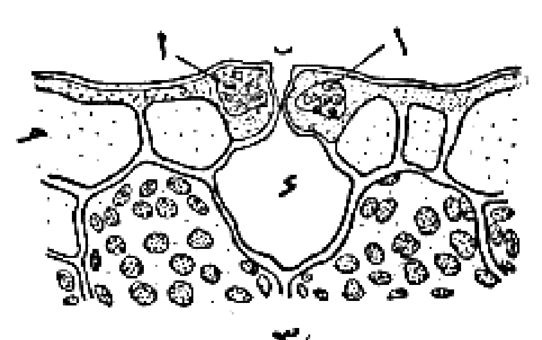
(ب) النسيج الاسفنجي– يتركب من خلايا غير منتظمة بينها مسافات بينية واسعة وبها بلاستيدات خضراء أقل مما في خلايا النسيج العمادي، ولذا يشاهد غالبا أن السطح السفلي للأوراق يكون أقل اخضرارا من سطحها العلوي وذلك لقلة البلاستيدات الخضراء ولوجود المسافات البينية الكثيرة في النسيج الأسفنجي.

ووظيفة النسيج الأسفنجي القيام أيضا بعملية التمثيل، كما أن المسافات البينية الموجوده بين الخلايا تكون على اتصال مع بعضها ومع الهواء الخارجي، وبذلك يسهل انتقال الغازات بين الخلايا.

٣- البشرة السفلى :

تشبه البشرة العليا في تركيبها، إلا أن طبقة الكيوتين التي تغطيها تكون أقل سمكا مما في البشرة العليا، كما أنه يتخللها عدد كبير من الثغور. ويوجد خلف كل ثغر فجوة واسعة بين الخلايا الأسفنجية تسمى الفجوة

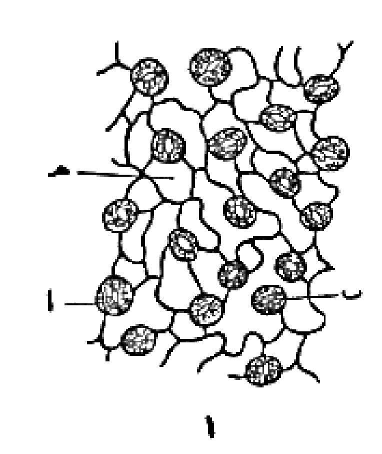
التنفسية أو الغرفة الهوائية (شكل ٥٦) وهي على اتصال بالمسافات البينية الموجودة داخل الورقة



(شكل ٥٦ – قطاع عرضي في بشرة ورقة يمر بثغر)

(أ) الخليتان الحارستان. (ب) الثغر. (ج) خلايا البشرة. (د) الغرفة الهوائية.

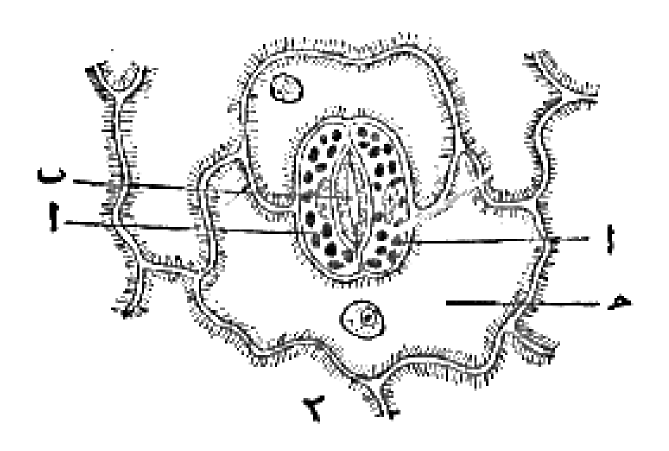
ويتركب الثغر من ثقب تحيط به خليتان تعرفان بالخليتين الحارستين (شكل ٥٧، ٥٨)



(شكل ٥٧ – البشرة السفلى لورقة)

(أ) خلايا حارسة. (ب) ثغر. (ج) خلايا البشرة.

تختلفان في شكلهما عن الخلايا الأخرى للبشرة إذ يلاحظ أن جدرهما الخارجية والداخلية سميكة جدا، والجانبية رقيقة، وفراغهما الوسطى ضيق، كما أنهما تحتويان على بلاستيدات خضراء، وشكل الخليتين الحارستين هلالي عند رؤيتهما



(شكل ٥٨ – البشرة السفلى للورقة مكبرة كثيرا)

من السطح، ووظيفتهما فتح الثغور وقفلها، ووظيفة البشرة السفلى كلها كالبشرة العليا حماية الأجزاء الداخلية للورقة كم أنها تسمح بتبادل الغازات خلال الثغور وإمرار بخار الماء الزائد عن حاجة النبات إلى الخارج.

٤- الحزم الوعائية :

توجد الحزم الوعائية في العروق ويكون تركيبها أوضح ما يكون في العرق الوسطى إذ يشاهد أنها تتركب من لحاء وخشب، ويتجه الخشب نحو البشرة العليا ويتكون من أوعية خشبية متراصة في صفوف رأسية بينها

خلايا برانشيمية، ويوجد اللحاء أسفل الخشب جهة البشرة السفلى ويتكوَن من أنابيب غربالية وخلايا مرافقة مرتبة في مجموعات أسفل صفوف الخشب وبينها خلايا برانشيمية وألياف.

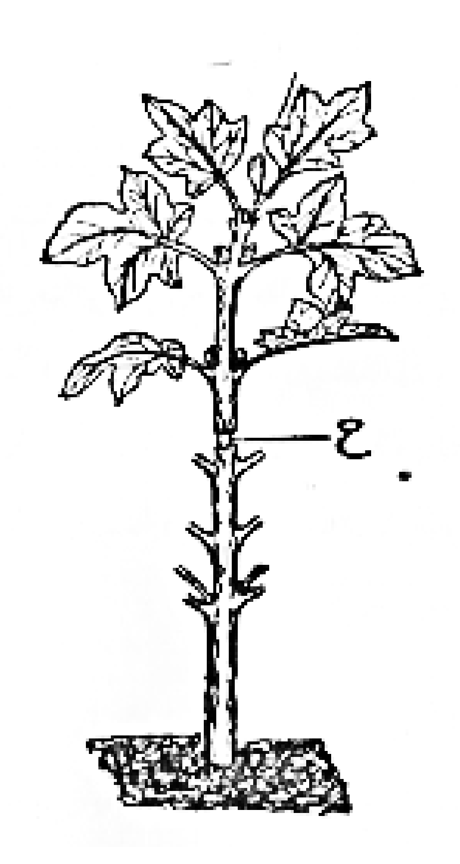
وتحاط الحزمة الوعائية جميعها بنسيج برانشيمي يصل في العرق الوسطى وأفرعه الرئيسية إلى سطحي الورقة، وتتغلظ جدر الخلايا البرانشيمية قرب السطحين. وينقل الخشب العصارة النيئة من الساق إلى النسيج المتوسط حيث تنضج وتنتقل إلى اللحاء الذي يوصلها إلى لحاء الساق ومنه إلى أجزاء النبات الأخرى.

أهمية الأسطوانة الوعائية في عملية التوصيل

ذكرنا أن وظيفة الخشب هي نقل العصارة النيئة من الجذر وتوصيلها إلى الورقة لإنضاجها، ويمكن إثبات ذلك عمليا بانتزاع نبات صغير كعباد الشمس مثلا من التربة ثم قطع أطراف جذوره بعد تنظيفها من ذرات التربة وغمرها في إناء به ماء ملون باللون الأحمر ثم تركها مدة كافية، وبعد ذلك يرفع النبات من الإناء وتعمل قطاعات عرضية في الجذر والساق والورقة ثم تفحص بالمجهر فيشاهد أن اللون الأحمر يملأ الأوعية الخشبية فقط مما يدل على أن العصارة النيئة ترتفع في أوعية الخشب، وقد ذكرنا أيضا أن العصارة الناضجة تمر في اللحاء من الورقة إلى الساق ومنه إلى جميع أجزاء النبات، ويمكن إثبات ذلك بعمل التجربة الآتية :

تجرى التجربة على شجيرة صغيرة منزرعة بالحديقة فتنزع جميع الأفرع الموجودة على الساق الأصلية بما عليها من أوراق، ثم تعمل حلقة حول

الساق عرضها



(شكل ٥٩ – إثبات أن اللحاء هو طريق العصارة الناضجة)

(ح) موضع الحلقة المنزوعة

سنتيمتر واحد بحيث نزيل منها القشرة واللحاء ونترك الخشب، ثم ندهن هذه الحلقة بالقطران أو البارفين، وننزع جميع الأوراق الموجودة أسفل الحلقة، ولو راقبنا هذا النبات لمدة أسبوعين أو أكثر لوجدنا أن البراعم الموجودة على الساق أعلى الحلقة قد نشطت ونمت بينما البراعم

الموجودة أسفل الحلقة لم يظهر عليها أي نشاط (شكل ٥٩). نستنتج من ذلك أن الغذاء الناضج في الأوراق قد انتقل إلى اللحاء وسار فيه إلى البراعم فغذاها ونشطها، ولكنه لم يصل إلى البراعم السفلى لوجود الحلقة المنزوعة من اللحاء ولذا بقيت هذه البراعم خاملة.

ويستفاد من هذه الظاهرة اقتصاديا في عمليات التكاثر الخضري كالتعقيل والترقيد حيث تعمل هذه الحلقات لتحويل المواد الغذائية إلى جزء النبات المراد تنشيطه.

الباب الرابع

التربة المصرية

التربة الزراعية هي الطبقة السطحية المفككة من القشرة الأرضية الصالحة لنموَ النباتات والتي تتعمق فيها الجذور وتستمد منها الماء والأملاح اللازمة لغذائها. ويختلف سمك هذه الطبقة في الأراضي الزراعية باختلاف المناطق، وقد تتراوح بين عشرين سنتيمترا وعشرة أمتار.

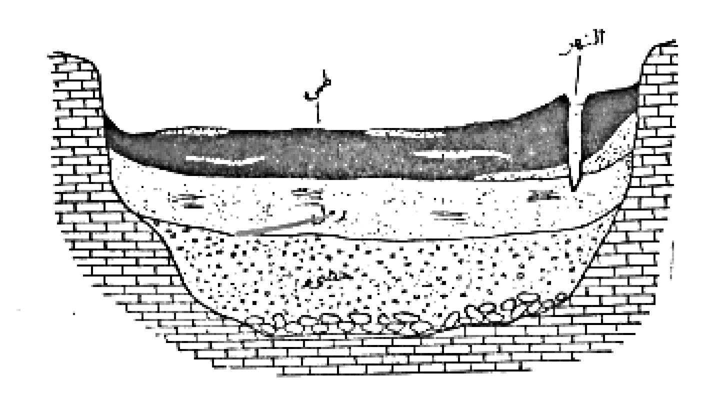
منشأ التربة :

تنشأ التربة الزراعية من تفتت الصخور المكونة للقشرة الأرضية بتأثير العوامل الطبيعية والميكانيكية والكيميائية المعروفة بعوامل التعرية، كاختلاف درجات الحرارة بالليل والنهار، وفي الفصول المختلفة وكالرياح والسيول والمياه المحملة بثاني أكسيد الكربون وغيرها. وهذه الأجزاء المفتتة من الصخر إما أن تبقى مكانها وإما أن تحملها العوامل الطبيعية الناقلة كالرياح والسيول وترسبها في أماكن تبعد عن مصادر تكوينها فتنشأ منها التربة الزراعية.

وقد تكوَنت تربة وادي النيل من تفتت صخور جبال الحبشة بتأثير عوامل التعرية، ثم حملت السيول والأمطار هذه الصخور المفتتة وأمدت بها النيل، إذ تنقلها إليه روافده على شكل غرين هو الذي يكسبه اللون الأحمر القاتم أثناء فيضانه. وقد كان النيل يفيض على جوانبه ويرسب هذا

الغرين عليها عاما بعد عام، وبذلك تكوَنت تربة واديه الخصبة (شكل ٦٠).

ويختلف نوع التربة الزراعية تبعا للصخر الذي يكوَنها والمعادن الداخلة في تركيب هذا الصخر، والصخور المكوَنة لهضاب الحبشة هي الجرانيت والبازلت والحجر الرملي والشيست وغيرها.



(شكل ٦٠ – قطاع في وادي النيل يبين مجرى النهر والطمي الراسب على جوانبه)

وأهم المعادن الداخلة في تركيب هذه الصخور هي :

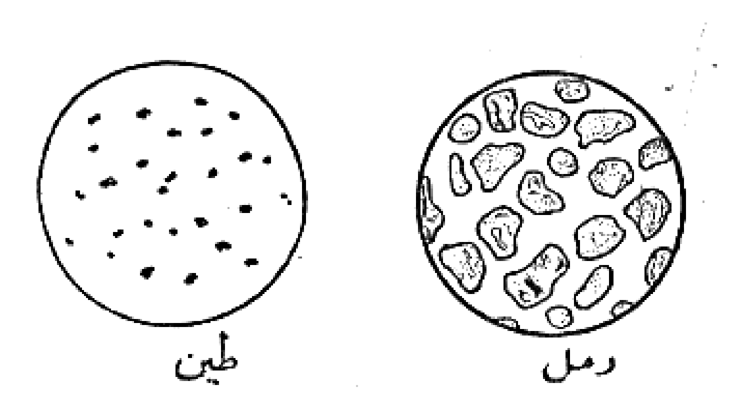
١- **الكوارتز** : وهو معدن كثير الانتشار في الصخور وتركيبه الكيميائي ثاني أكسيد السليكون، وينتج من تفتته بتأثير عوامل التعرية ذرات مختلفة الحجم من الرمل يتفاوت قطرها بين ٢,٥ – ٠,٠٥ ملليمترا (شكل ٦١). فالرمل الذي يوجد في التربة منشؤه معدن الكوارتز الموجود في كثير من الصخور وخصوصا الجرانيت.

٢- **الفلسبار** : تركيبه الكيميائي سليكات الألومنيوم مع شوائب

أخرى من أكاسيد البوتاسيوم والكلسيوم والصوديوم، وهو شائع في كثير من الصخور كالجرانيت والبازلت. وبتفتته بعوامل التعرية يُنتج حبيبات من الطين يتراوح قطرها بين ٠,٠٥ – ٠,٠٠٢ ملليمترا (شكل ٦١).

٣- **الجير** : تركيبه الكيميائي كربونات الكلسيوم، وهو لا يأتي من صخور الحبشة، بل عندما يسير النيل في مجراه يمر على صخور جيرية فيبعث بسطوحها ويفتتها ويحملها معه ويرسبها في التربة.

هذا خلاف معادن أخرى لا تدخل في تركيب حبيبات التربة، بل تبقى منفصلة وغالبا ذائبة في ماء التربة مثل أملاح نتراتية وفوسفاتية وكلوريدية وغير ذلك.



(شكل ٦١ – حبيبات من الرمل والطيب تحت الميكروسكوب)

أنواع التربة

هناك أنواع مختلفة من التربة الزراعية المصرية، ويجع ذلك إلى نوع الحبيبات التي تكوَنها. وأهم هذه الأنواع :

١- التربة الرملية :

وهي التي تحتوي على تسعين في المائة حبيبات رمل ولونها في الغالب أصفر فاقع، وقوامها خشن، قليلة التماسك، وبها مسام كثيرة ولذا فهي جيدة التهوية يغيض فيها الماء بسرعة. والتربة الرملية تكون غالبا فقيرة في المواد الغذائية.

وتوجد الأراضي الرملية بالقطر المصري على جانبي وادي النيل من حلفا إلى إسنا، وفي الجهات القريبة من الصحاري والبحر الأبيض المتوسط ومناطق أخرى في بعض المديريات تعرف بالجزائر الرملية كأبي بكير بالشرقية وقويسنا بالمنوفية والدلنجات بالبحيرة. وتجود في الأراضي الرملية زراعة الزيتون وبعض الموالح والبلح والشعير والفول السوداني والبطيخ.

٢- الأراضي الطينية :

وهي التي تحتوي على أكثر من ٥٠٪ من حبيبات الطين، وتعرف بالأرض السوداء ولونها قاتم ضارب إلى السواد خصوصا عند ربها، حبيباتها دقيقة شديدة التماسك، رديئة التهوية لضيق مسامها وبطء ترشيح ماء الري منها، وتحتوي على كمية كافية من المواد الغذائية.

وتوجد الأراضي الطينية في أماكن كثيرة من القطر المصري، خصوصا في شمال الدلتا. وتجود بها زراعة اليرسيم والفول والقطن والعدس والذرة وغيرها.

٣- الأراضي الصفراء :

وهي وسط بين الأراضي الرملية والأراضي الطينية. وتوجد أنواع

مختلفة من الأراضي الصفراء حسب نسبة وجود حبيبات الرمل والطين بها وأهمها :

(أ) **أراض رملية صفراء**– نسبة الطين فيها من ١٠٪ إلى ٢٠٪ وهي ليست غنية بالمواد الغذائية.

(ب) **أراض طينية صفراء**– نسبة الطين فيها من ٣٠٪ إلى ٥٠٪ وهي غنية بالمواد الغذائية. وحبيبات الأرض الصفراء على العموم متوسطة التماسك جيدة التهوية، ولا تحتاج إلى ماء كثير في الري. ودرجة الترشيح فيها مناسب للنبات، وتزرع فيها أغلب الخضروات والمحاصيل الأخرى. وتكثير في الأراضي المجاورة لساحل نهر النيل والقريبة منه، وفي الجزائر التي تتكون عند هبوط الفيضان.

٤- الأراضي الجيرية :

وهي التي تحتوي من ٤٪ إلى ٢٠٪ من الجير. والمواد الجيرية ذات فائدة في تغذية النبات، ولذا فالأراضي الجيرية صالحة للزراعة إذا كانت نسبة الجير فيها قليلة. والأراضي الجيرية في القطر المصري قليلة ومحصورة في مناطق صغيرة كبعض أراضي أبي حمص بمديرية البحيرة ومركز العياط، ومركز الصف بالجيزة.

وهناك نوع خامس من الأراضي الزراعية تعرف " بالأراضي الدبالية " وهي التي تكثر فيها المواد العضوية المتحللة كأراضي الغابات. وهذا النوع غير موجود بالقطر المصري.

خواص التربة :

إن فائدة التربة للنبات المنزرع بها هي تثبيت جذوره وإمدادها بالماء والأملاح المعدنية الذائبة اللازمة لغذائه، ولذا تتميز أنواع التربة بعضها عن بعض بقيمة محتوياتها الغذائية والمائية وحركة الماء والهواء بين حبيباتها، كذلك تتوقف بعض صفات التربة على مقدار ونوع ما تحويه من كائنات حية تفيد التربة أو تضرها بطريق مباشر أو غير مباشر.

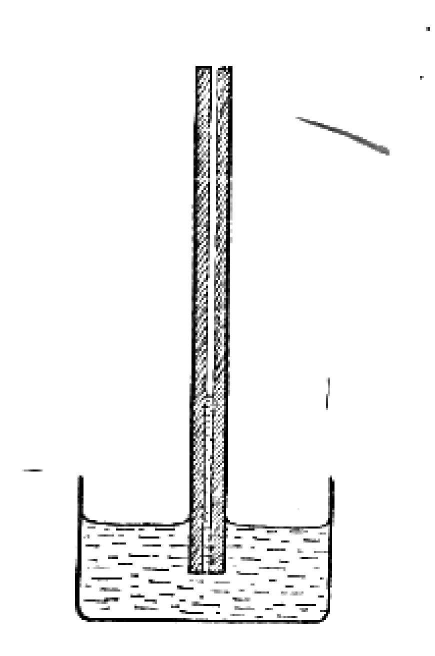
ويتضح من هذا أن التربة الزراعية تتميز بصفاتها الطبيعية والكيميائية والحيوية.

الخواص الطبيعية :

تتركب التربة من حبيبات صغيرة بينها مسافات يتخللها الماء والهواء. وتتوف سعة هذه المسافات على حجم الحبيبات ذاتها، فتكون واسعة بين الحبيبات الكبيرة الحجم وتضيق كلما صغرت الحبيبات، ولذا فالأرض الرملية تتخللها مسافات أوسع من الأرض الطينية، غير أن مجموع هذه المسافات في الأرض الطينية أكبر مما في الأرض الرملية. وتتصل هذه المسافات مع بعضها مكونة أنابيب دقيقة تتخلل التربة وتشبه إلى حد ما الأنابيب الشعرية التي من خواصها ارتفاع الماء فيها ضد الجاذبية الأرضية، وكلما صغر قطر الأنبوبة ازداد ارتفاع الماء فيها، وهذا ما يعبر عنه بالخاصية الشعرية (شكل ٦٢). وتكون هذه الخاصية أقوى في الأرض الطينية عنها في الأرض الرملية نظرا لضيق مسام الأولى.

والسطح الداخلي للتربة هو مجموع مسطحات الحبيبات المكونة لها،

وكلما صغرت الحبيبات ازدادت مساحة السطح الداخلي للتربة، وبذلك يكون السطح الداخلي للتربة الطينية الصغيرة من الحبيبات أكبر من السطح الداخلي للتربة الرملية.



(شكل ٦٢ – ارتفاع الماء في الأنابيب الشعرية ضد الجاذبية الأرضية (الخاصية الشعرية)

وتحصل التربة على مائها من مصدرين.

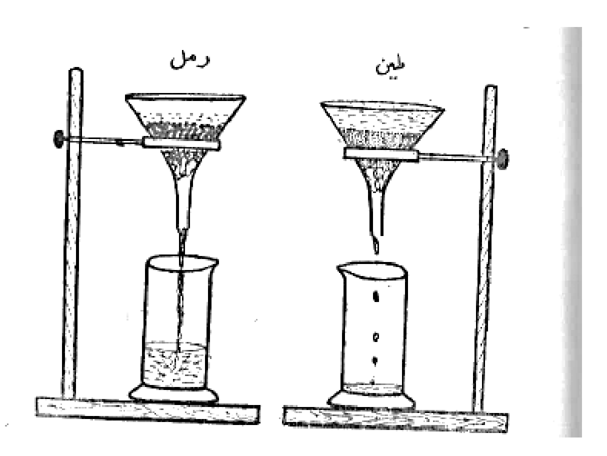
أولهما – ماء الري أو الأمطار.

والثاني – الماء الذي يوجد أسفل التربة والذي يرشح من مصادر الماء المختلفة كالأنهار والبحيرات ويمر في مسالكها فيتجمع على عمق خاص ويعرف " بالماء الأرضي ".

والتربة الطينية، نظرا لصغر حبيباتها وضيق مسامها، يرشح الماء فيها ببطء ولا يسري فيها بسرعة، كما أنها تحتفظ بكمية كبيرة منه حول حبيباتها لكبر سطحها الداخلي، والتربة الرملية على عكس ذلك فإن الماء يرشح فيها بسرعة لاتساع مسامها، كما أن سطحها الداخلي أقل من التربة الطينية ولذا فإنها لا تحتفظ بكمية كبيرة من الماء حول حبيباتها.

تجربة :

نأخذ قمعين متشابهين من الزجاج ونضع في كل منهما قطعة من القطن عند قمة العمق. ثم نضع بأحدهما مقدارا من الرمل الجاف وبالآخر مقدارا مساويا له من الطين الجاف، ثم نصب في كل من القمعين حجمين متساويين من الماء (شكل ٦٣) ونستقبل الماء الراشح في مخبارين مدرجين فنلاحظ أن الماء يرشح في الرمل أسرع منه في الطين، كما نلاحظ أن كمية الماء الراشح من الرمل تكون أكبر من الكمية الراشحة من الطين مما يدل على أن الطين احتفظ بكمية أكبر من الماء.



(شكل ٦٣ – إثبات أن الطين يحتفظ بكمية من الماء أكثر من الرمل)

ويصعد الماء الأرضي في مسام التربة بالخاصية الشعرية. وبما أن المسام ضيقة في التربة الطينية لذلك يرتفع فيها الماء الأرضي إلى مستوى أعلى منه في الرمل.

بسرعة فلا يبقى منه ما يفي حاجة النبات ولذا كانت التربة الصفراء، وهي الوسط بين النوعين، أصلح أنواع التربة إذ تحتفظ بكمية متناسبة من الماء كافية لحاجة النبات، ويتخللها الهواء اللازم للتنفس.

الخواص الكيميائية :

يقصد بالخواص الكيميائية للتربة نوع وكمية المواد الغذائية التي توجد بها والتي يتغذى عليها النبات، وهي غالبا أملاح معدنية، أهمها مركبات الأزوت والبوتاسيوم والكبريت والفوسفور والكلسيوم وغيرها.

ويستنفذ النبات أثناء نموَه في التربة كمية كبيرة من هذه الأملاح، ولذا يلزم إضافتها للتربة من آن لآخر حتى تجود بها النباتات، وهذا ما يعرف بالتسميد.

ومن أحسن أنواع الأسمدة المواد العضوية المتحللة من بقايا النباتات والحيوانات كالسبلة والسباخ البلدي وهي غنية بالأزوت التي تحتاج إليه النباتات بكثرة، وتعرف هذه " بالأسمدة الطبيعية ". أما " الأسمدة الكيميائية " فهي مركبات بسيطة قابلة للذوبان كنترات الشيلي والفوسفات وغيرها، ويلجأون الآن إلى تحليل التربة تحليلا كيميائيا لمعرفة ما ينقصها من العناصر لتسميد التربة بها.

الخواص الحيوية :

يعيش في التربة الزراعية كائنات حية كثيرة بعضها ذو فائدة للنباتات التي تعيش فيها، مثال ذلك بعض أنواع البكتريا التي تقوم بإمداد النبات بمركبات أزوتية صالحة لغذائه تعمل هي على تركيبها، كذلك ديدان الأرض وبعض أنواع الحشرات التي تحفر في التربة وتعمل على تهويتها. كذلك تبتلع ديدان الأرض بعض الطين وتخرجه غنيا بالمواد العضوية والجيرية التي تقلل من حمضية الأرض.

وهناك كائنات أخرى ضارة كبعض أنواع الفطر والحشرات التي تتطفل على جذور النباتات وتتلفها أو تتغذى على الكائنات الأخرى النافعة في التربة.

الباب الخامس

المواد التي يتغذى عليها النبات ومصادرها

النبات ثابت مكانه لا يتحرك للبحث عن غذائه كالحيوان، بل يحصل عليه من الوسط التي يحيط به، فتتفرع جذوره في التربة حيث تأخذ منها الماء محملا بالأملاح المعدنية الذائبة، كذلك يمتص ثاني أكسيد الكربون من الجو ويحوَله بواسطة أوراقه الخضراء إلى مواد عضوية يبني بها جسمه.

ولمعرفة العناصر التي يتناولها النبات في غذائه نحلله تحليلا كيميائيا لإيجاد العناصر التي يتركب منها جسمه وهي التي حصل عليها في غذائه.

تجربة :

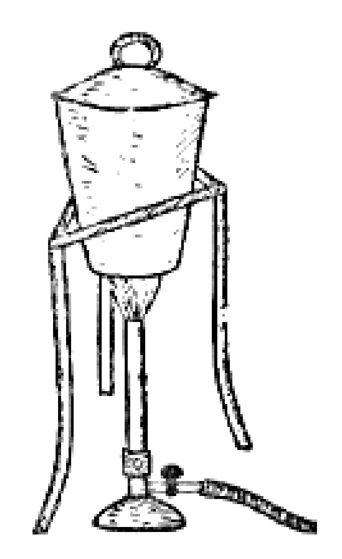
(١) نأخذ جزءا من نبات أخضر نام ونقطعه قطعا صغيرة نضعها في جفنة جافة ذات وزن معلوم، ثم نزنها ثانية لمعرفة وزن قطع النبات.

(٢) نضع الجفنة وبها قطع النبات في فرن درجة حرارتها ١٠٠° مئوية فنشاهد بعد برهة تصاعد أبخرة إذا عرضت على سطح بارد تكاثفت عليه على شكل قطرات تزرق كبريتات النحاس اللامائية مما يدل على أن هذه الأبخرة هي بخار الماء.

(٣) نترك الجفنة في فرن التجفيف مدة كافية، ثم نبردها ونزنها نجد أن وزنها قد نقص كثيرا عن وزنها الأصلي.

ثم نكرر هذه العملية عدة مرات حتى نحصل على وزن ثابت للجفنة بما فيها من قطع النبات، وإذ ذاك يكون النبات قد فقد جميع ما به من الماء الذي يوجد على حالة خالصة في جسمه. وإذا طرحنا الوزن الأخير للجفنة مع قطع النبات الجافة من وزنها عند بدء التجربة أمكننا أن نعرف نسبة الماء الخالص في النبات. وتخالف هذه النسبة في النباتات المختلفة، بل في الأجزاء المختلفة من النبات الواحد، ففي النباتات العشبية مثل الفول والبرسيم تبلغ نسبة الماء الخالص بها نحو ٧٠٪، وفي النباتات المائية تصل إلى حوالي ٩٥٪، أما في البذور فقد لا تتعدى ١٢٪.

(٤) نضع الجفنة بما فيها فوق مصباح بنزن (شكل ٦٦) ونسخنها تسخينا شديدا مدة طويلة، فنشاهد آن قطع النبات تتفحم أولا ثم تتحول تدريجيا إلى رماد، وفي أثناء ذلك يتصاعد منها غازات وأبخرة مختلفة لو جمعت واختبرت



(شكل ٦٦ – حرق النبات لتحليله كيميائيا)

لوجد أنها تحتوي على ثاني أكسيد الكربون وأكاسيد النتروجين وبخار الماء والأكسجين والإيدروجين وغيرها.

(٥) نبرد الجفنة ثم نزنها بما فيها من رماد نجد أن هذا الرماد يكوَن نسبة صغيرة من وزن النبات.

(٦) نحلل الرماد تحليلا كيميائيا نجد أنه مكوَن من مركبات كيميائية بسيطة مثل مركبات البوتاسيوم والكلسيوم والسليكون وغيرها كثير.

وإذا أعدنا هذه التجربة على نباتات مختلفة وجدنا أن النباتات عموما تتركب كيميائيا من المواد الآتية :

(أ) **الماء**– وهذا يوجد بعضه على حالة خالصة ويتصاعد عند تجفيف النبات عند درجة ١٠٠° مئوية، والبعض الآخر يدخل في تركيب مواد مختلفة في جسم النبات ولا يتصاعد إلا عند التسخين الشديد.

(ب) **غازات مختلفة**– تتصاعد بعد تفحم النبات واحتراقه، وأهمها ثاني أكسيد الكربون (نتيجة احتراق الكربون الذي يكون نسبة كبيرة من جسم النبات)، ثم الأكسجين والإيدروجين والنتروجين وتتصاعد من تحلل مركبات مختلفة داخلة في تركيب النبات.

(ج) **مواد غير قابلة للاحتراق**– تبقى على شكل " رماد " وهي مركبات عناصر مختلفة أهمها : البوتاسيوم – الفسفور – الكسيوم – الكبريت – الصوديوم – المغنسيوم – الحديد – السليكون – الألمنيوم – المنجنيز – البروم – الكلور – اليود وغيرها.

مما سبق نرى أن العناصر التي تدخل في تركيب النبات أي التي تصل إليه في الغذاء هي :

الكربون – الأكسجين – الإيدروجين – النتروجين – الكبريت – الفوسفور – البوتاسيوم – الكلسيوم – الحديد – المغنسيوم – الصوديوم – الألمنيوم – البروم – اليود – الكلور – المنجنيز – وغيرها بنسب ضئيلة.

وتصل هذه العناصر إلى النبات (ما عدا الكربون) على شكل مركبات كيمائية ذائبة في الماء كالنترات والفوسفات والكربونات والكلور وغيرها.

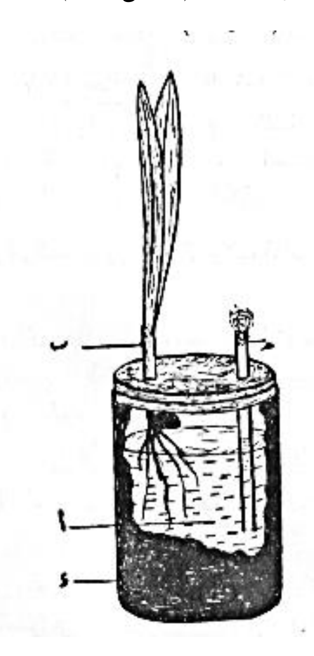
والعناصر السابقة الذكر لا توجد كلها في جميع النباتات. وقد وجد بالتجربة أن عشرة فقط من هذه العناصر هي التي توجد في جميع النباتات، وهذا يدل على أن هذه العناصر العشرة هي الضرورية لغذاء النبات. وهذه العناصر هي :

الكربون – الأكسجين – الايدروجين – النتروجين – الكبريت – الفوسفور – البوتاسيوم – المغنسيوم الكسليوم – الحديد.

ولإثبات ضرورة هذه العناصر في تغذية النبات تُربي النباتات تربية صناعية وتغذي بمحاليل مخففة يحتوي أحدها مركبات لجميع العناصر العشرة والباقي ينقص من كل واحد منها أحد هذه العناصر، ثم نتتبع حالة النمو في هذه النباتات، وهذا ما يعبر عنه بالمزارع المائية.

تجربة المزرعة المائية :

١- نأخذ تسعة أواني زجاجية ذات فوهات واسعة لكل منها غطاء من الفلين به ثقبان ينفذ في أحدهما أنبوبة زجاجية تصل إلى قرب قاع الآنية والثقب الآخر لتثبيت بادرة نباتية (شكل ٦٧).



(شكل ٦٧ – مزرعة مائية)

(أ) محلول المزرعة. (ب) البادرة. (ج) أنبوبة التهوية. (د) ورق أسود.

٢- ننظف هذه الأواني تنظيفا تاما ثم نغسلها بسائل معقم أو ماء يغلي.

٣- تُحضر المحاليل الآتية :

(أ) **محلول يحتوي على مركبات لجميع العناصر العشرة** – وقد وجد بالتجربة أن من أحسن هذه المحاليل المحلول الكامل الآتي :

ماء مقطر...................... ١٠٠٠ جرام

نترات الكلسيوم.................. ١ "

كلورور بوتاسيوم.................... ٢/١ "

كبريتات مغنسيوم .... ٢/١ "

فوسفات بوتاسيوم حمضي.................... ٢/١ "

بعض نقط كلورور الحديديك.

(ب) **محلول ينقص النتروجين**– وهو كالمحلول السابق مع الاستعاضة عن نترات الكلسيوم بكبريتات الكلسيوم.

(ج) **محلول ينقص البوتاسيوم**– وهو كالمحلول الأول مع الاستعاضة عن كلورور البوتاسيوم بكلورور الصوديوم، وعن فوسفات البوتاسيوم الحمضي بفوسفات الصوديوم الحمضي.

(د) **محلول ينقص الفوسفور**– وهو كالمحلول الأول مع الاستعاضة عن فوسفات البوتاسيوم الحمضي بنترات البوتاسيوم.

(هـ) **محلول ينقص الكلسيوم**– وهو كالمحلول الأول مع الاستعاضة عن نترات الكلسيوم بنترات البوتاسيوم.

(و) **محلول ينقص الكبريت**– وهو كالمحلول الأول مع الاستعاضة عن

كبريتات المغنسيوم بنترات المغنسيوم.

(ز) **محلول ينقص المغنسيوم**– وهو كالمحلول الأول مع الاستعاضة عن كبريتات المغنسيوم بكبريتات الكلسيوم.

(ح) **محلول ينقص الحديد**– وهو كالمحلول الأول مع الاستغناء عن وضع نقط كلورور الحديديك.

(ط) **محلول ينقص جميع الأملاح**– وهو ماء مقطر فقط.

٥– نأتي بتسع بادرات حديثة (ولتكن مثلا بادرات الذرة) متساوية في العمر والحجم ونثبت كلا منها في الثقب الثاني لكل غطاء فليني بواسطة قطعة من القطن بحيث تكون جذور البادرة مغمورة في السائل.

٦– نغطي السطح الخارجي لكل من هذه الأواني التسعة بقطعة من الورق الأسود لتحجب الضوء عن الجذور.

٧– نسدَ فتحات الأنابيب الزجاجية المارة في الثقوب الأخرى للأغطية الفلينية بقطع من القطن، ثم ننزعها بين آن وآخر لإمرار تيار من الهواء في المحلول لتوفير الأكسجين اللازم لتنفس الجذور.

وإذا تركت هذه البادرات تنمو في هذه المحاليل فإننا نجدها جميعا تستمر في النمو مدة من الزمن حتى تنفذ جميع بقايا المواد الغذائية التي في الحبة، وبعد ذلك يستمر النبات المنزرع في المحلول الكامل في النمو بحالة جيدة بينما النباتات الأخرى تصبح ضعيفة النمو وتأخذ في الذبول، وقد يقف نمَوَها وتموت بعد مدد تختلف حسب أهمية العنصر الناقص.

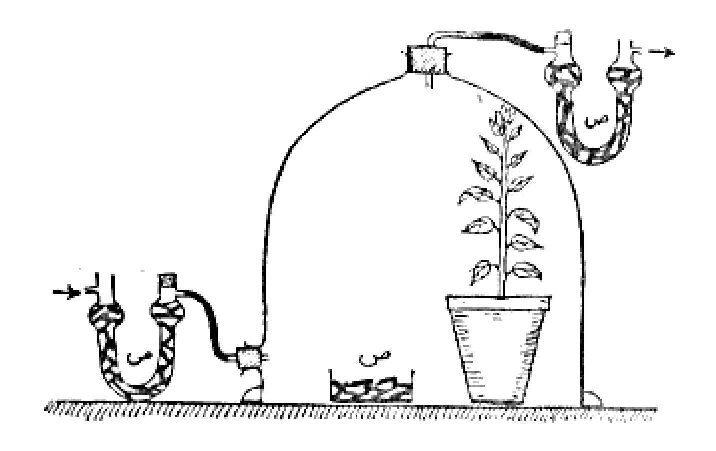
نستنتج من ذلك أن العناصر الناقصة من المحاليل الثمانية الأخرى كلها ضرورية لنمو النبات نموا حسنا.

مصادر العناصر الضرورية للنبات :

يشاهد في تجربة المزرعة المائية أن البادرة المنزرعة في المحلول الكامل قد نمت نموَا حسنا رغم خلو هذا المحلول من عنصر الكربون الذي تزداد نسبته في النبات بازدياد نموَه. وليس هناك مصدر آخر يمكن للنبات أن يحصل منه على الكربون إلا الهواء الجوي. ويمكن إثبات ذلك بالتجربة الآتية :

(١) نأتي بناقوس زجاجي به فتحة عليا وفتحة سفلية جانبية يسدَ كل منهما بسدَاد من الفلين تنفذ منه أنبوبة زجاجية ملتوية ممتلئة بالصودا الكاوية.

(٢) نضع إناء المحلول الكامل للمزرعة المائية وبه النبات النامي، أو نضع نباتا ناميا في أصيص، تحت الناقوس. ونضع بجواره جفنة بها محلول مركز من الصودا الكلوية (شكل ٦٨) وبذلك يكون الهواء الذي يدخل الناقوس والذي يحيط بالبادرة خاليا من ثاني أكسيد الكربون الذي تمتصه الصودا الكاوية.



(شكل ٦٨ – إثبات أن مصدر الكربون للنبات هو الهواء الجوي)

(ص) صودا كاوية.

وإذا ترها الجهاز مدة يومين أو ثلاثة نشاهد أن النبات أخذ في الذبول بعد أن كان نمَوّه حسنا، والسبب في ذلك هو نقص عنصر الكربون من الجو وهو المصدر الوحيد الذي يمكن للنبات أن يحصل منه على الكربون.

نستخلص من جميع ما سبق أن هناك مصدرين يستمد منهما النبات عناصره الغذائية.

المصدر الأول– هو الهواء الجوي حيث يحصل منه النبات على الكربون على هيئة غاز ثاني أكسيد الكربون.

المصدر الثاني– هو التربة حيث يحصل منها على العناصر الأخرى على هيئة مركبات كيميائية بسيطة ذائبة في الماء، فمثلا النتروچين يكون غالبا على شكل نترات أو نتريت، وهو يدخل في تركيب المواد البروتينية الموجودة في جسم النبات وأهمها البروتوبلازم.

والكبريت يكون في التربة غالبا على شكل كبريتات، ويدخل أيضا في تركيب المواد البروتينية.

والفوسفور يوجد على شكل فوسفات، ويوجد بكثرة في البذور.

والبوتاسيوم يوجد على شكل أملاح ذائبة، وهو يساعد على انقسام خلايا النبات وتكاثرها.

وكذلك الكلسيوم الذي يساعد على نمو البادرات نموا حسنا.

والحديد يساعد على تركيب مادة الكلوروفيل، والمغنسيوم يدخل في تركيب هذه المادة أيضا.

ويمتص النبات العناصر الضرورية له بنسب مختلفة، فبينما يحتاج مثلا إلى مدد كبير من النتروچين أو البوتاسيوم إذ به يكتفي بالقدر القليل من الحديد وهكذا.

كذلك تحتاج النباتات المختلفة إلى العنصر الواحد بنسب مختلفة، ولذلك يشاهد أن بعض النباتات تجود في بعض الأراضي دون البعض الآخر لاحتواء الأولى في العناصر التي يحتاج إليها هذا النوع من النبات.

الباب السادس

وظائف أعضاء النبات

يسمى فرع علم النبات الذي يبحث في الظواهر الحيوية التي تقوم بها أعضاء النبات المختلفة، وتفسير هذه الظواهر بالقوانين الطبيعية والكيميائية بعلم وظائف الأعضاء أو الفسيولوجيا.

وظائف الجذر

أهم وظيفة يقوم بها الجذر في النبات هي وظيفة امتصاص المواد الغذائية.

امتصاص المواد الغذائية :

يتناول النبات غذاءه من التربة على شكل محاليل مائية يمتصها بواسطة شعيراته الجذرية إذ تتخلل هذه المحاليل جدر الشعيرات الرقيقة وكذلك طبقة السيتوبلازم التي تبطنها والأغشية التي تحيط بها حتى تصل إلى فجوة الشعيرات الجذرية ومنها تنتشر في خلايا الجذر.

ومرور المحاليل خلال الأغشية وانتقالها من وسط إلى وسط يعرف بالانتشار الغشائي.

وتتوقف قوة انتشار المحاليل على نوع الأغشية التي تتخللها، وهناك ثلاثة أنواع من الأغشية حسب إنفاذها للمحلول الواحد. وهذه الأنواع

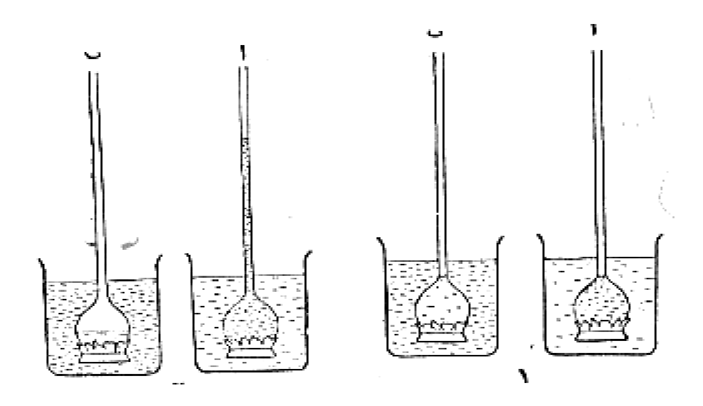
الثلاثة هي :

أولا – **أغشية منفذة** : وهي الأغشية التي تسمح بمرور الماء والأملاح الذائبة خلالها مثل ورق الترشيح والأواني الفخارية والجدار السيليولوزي للخلايا النباتية.

ثانيا – **أغشية غير منفذة** : وهي الأغشية التي لا تسمح بمرور الماء والأملاح الذائبة فيه خلالها مثل المطاط والزجاج والكيوتين.

ثالثا – **أغشية شبه منفذة** : وهي الأغشية التي تسمح للماء بالمرور خلالها ولا تسمح بمرور الأملاح الذائبة مثل مثانة الحيوانات والأغشية الرقيقة التي تحيط بسيتوبلازم الخلايا.

فإذا أخذنا قمعا صغيرا ذا عنق طويل وربطنا على فوَهته قطعة من مثانة حيوان (بعد تنظيفها مما يعلق بها من الدهن واللحم) مثل ملأنا القمع حتى ابتداء العنق بمحلول مركز من كبريتات النحاس مثلا، وغمرنا القمع في كأس به ماء مقطر (شكل ٦٩) نشاهد بعد مدة أن المحلول داخل القمع قد ارتفع في العنق وأن الماء في الكأس لم يتلوَن بلون كبريتات النحاس الزرقاء. وإذا عكسنا وضع المحلول والماء المقطر بأن وضعنا المحلول في الكأس والماء المقطر في القمع شاهدنا أن سطح الماء قد هبط في القمع. كذلك إذا وضعنا في الكأس محلولا أقل تركيزا من المحلول الذي في القمع نجد أن سطح المحلول يرتفع في القمع، وإذا ترك وشأنه



(شكل ٦٩ – انتشار الماء خلال الأغشية شبه المنفذة)

(١) ابتداء التجربة. (٢) نتيجة التجربة.

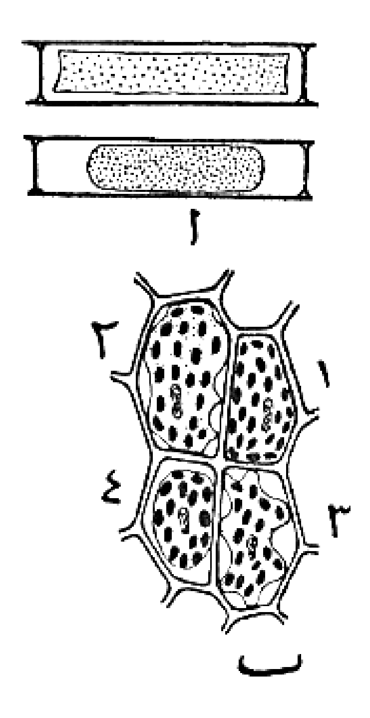
(أ) محلول كبريتات نحاس داخل القمع وماء مقطر في الكأس.

(ب) ماء مقطر داخل القمع ومحلول كبريتات النحاس في الكأس.

وجد أن ارتفاع المحلول في العنق يقف عند حد، ويكون حينئذ تركيز المحلول في القمع مساويا لتركيزه في الكأس.

نستنتج من هذا أن الماء يمر خلال غشاء المثانة شبه المنفذ من المحلول الأقل تركيزا إلى المحلول الأكثر تركيزا، ويستمر كذلك حتى يتساوي المحلولان على جانبي الغشاء في قوة تركيزهما. وتعرف هذه الظاهرة بالأسموز أو الانتشار الغشائي.

وإذا أخذنا خلية نباتية حية يمكن فحصها بسهولة تحت المجهر مثل خلايا ورقة نبات الإلوديا ووضعناها في محلول مركز من السكر على شريحة زجاجية وفحصناها تحت المجهر شاهدنا أن محتويات الخلية قد أخذت في الانكماش حتى تتكوَر في الوسط (شكل ٧٠)



(شكل ٧٠ – تيلزم الخلية)

(أ) الشكل توضيحي. (ب) خطوات البلزمة.

وإذا وضعنا حول هذه الخلية ماء مقطرا بعد تجفيف المحلول المركز لوجدنا أنها ترجع إلى حالتها السابقة أي أنها تنتفخ. وتعليل هذه المشاهدات أن الماء في الحالة الأولى نفذ خلال جدار الخلية والسيتوبلازم المبطن له من العصير الخلوي الموجود في الفجوات إلى المحلول المركز الموجود حول الخلية، وبذلك انكمش السيتوبلازم وتكوَر في وسط الخلية.

أما في الحالة الثانية عند إحاطة الخلية بالماء المقطر فإن الماء ينفذ خلال الجدار والسيتوبلازم إلى العصير الخلوي فتتسع الفجوات ويتمدد

السيتوبلازم وترجع الخلية إلى حالة الانتفاخ.

نستنتج من ذلك أن السوائل تنتشر من الخلية وإليها تبعا لنظرية الأسموز.

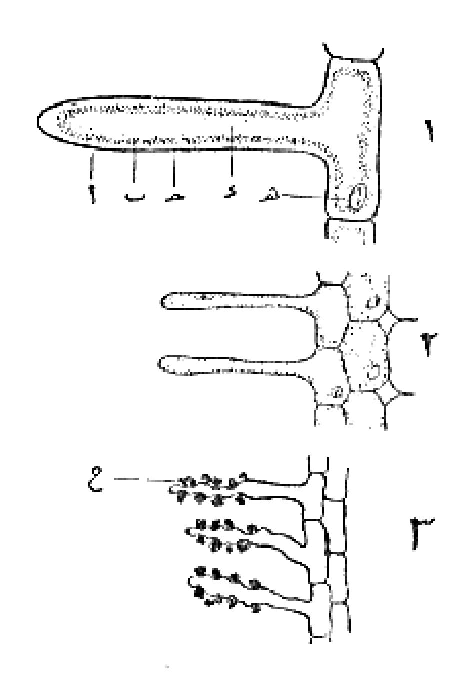
وقد وجد بالتجربة أن جدار الخلية السليولوزي هو غشاء منفذ يسمح للماء والأملاح الذائبة فيه بالمرور خلاله، أما السيتوبلازم فيحاط من الداخل ومن الخارج بغشائين شبه منفذين يسمحان فقط للماء (وكذلك لبعض الأملاح تحت ظروف خاصة) بالمرور خلالهما.

وتشبه الشعيرة الجذرية الخلايا النباتية الأخرى، إذ تحتوي على فجوة وسيطة ممتلئة بعصير مائي فيه أملاح مختلفة وحول هذه الفجوة طبقة من السيتوبلازم يحيط بها غشاءان شبه منفذين (شكل ٧١).

ويحيط بالشعيرات الجذرية من الخارج محلول التربة وهو أخف تركيزا من العصير الخلوي للشعيرات، وبذلك يمر المحلول الأرضي خلال الجدار الخلوي المنفذ. أما الأغشية المحيطة بالسيتوبلازم فإنها لا تسمح إلا للماء ولأملاح خاصة يحتاج إليها النبات بالمرور إلى الفجوة.

وعند دخول هذا المحلول إلى فجوة الشعيرة يصبح العصير الخلوي بها أقل تركيزا من عصير خلايا القشرة فينتقل الماء إلى هذه الخلايا بالطريقة نفسها. وهكذا يمر محلول التربة من خلية إلى أخرى حتى يخترق خلايا الأندودرمس إلى الاسطوانة الوعائية حيث توجد أوعية الخشب التي تنقله إلى الساق فالأوراق، وفي أثناء انتقال العصارة من خلية إلى أخرى يتسرب بعضها وينتقل بسهولة في جدر الخلايا إلى الداخل نحو الأسطوانة الوعائية

فتحجزه المادة الفلينية الموجودة في جدر خلايا



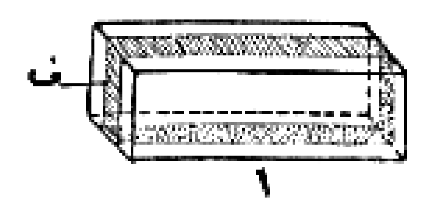
(شكل ٧١ – الشعيرات الجذرية)

(١) شعيرة تخطيطية. (٢) شعيرات جذرية. (٣) شعيرات جذرية بين حبيبات التربة.

(أ) الجدار السليولوزي. (ب) السيتوبلازم. (ج) الغشاءان شبه المفذين. (د) الفجوة الخلوية. (هـ) النواة. (ح) حبيبات التربة.

الاندودرمس (شكل ٧٢). وهكذا يمتص النبات المواد الغذائية اللازمة له من التربة





(شكل ٧٢ – خلايا الاندردرمس)

(١) شكل تخطيطي للخلية. (٢) قطاع عرضي في بعض الخلايا
(ف) شريط فلييني يحيط بالجدر الجانبية.

وظائف الورقة

أهم وظائف الورقة هي النتح والتمثيل الضوئي والتنفس.

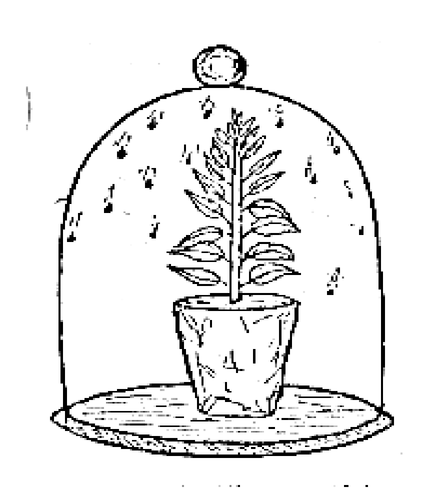
النتح

النتح عملية حيوية يقوم بها المجموع الخضري للنبات خصوصا الأوراق، ويقصد به خروج الماء من النبات على شكل بخار عن طريق الثغور.

وإذا كان الماء موجودا بكثرة في النبات فقد يخرج جزءا منه خلال البشرة والكيوتين الذي يغطيها إذا كان رقيقا، ويعرف هذا " بالنتح الكيوتيني ".

كل سطح رطب معرض الجو يفقد جزءا من مائه بالبخر، وكذلك الحال في النبات فإن خلاياه تحتوي على نسبة كبيرة من الماء. غير أن هذه الظاهرة في النبات ليست مجرد عملية تبخر طبيعية، بل هي ظاهرة حيوية يحكمها البروتوبلازم الحي وينظمها.

ولإثبات النتح في النبات نأتي بنبات نام في أصيص ونغطي التربة والأصيص بطبقة من الشمع أو الفازلين لمنع تبخر الماء منها ثم نضع فوق الأصيص ناقوسا زجاجيا (شكل ٧٣) فنشاهد بعد مدة تكاثف بعض قطرات مائية على جدار



(شكل ٧٣ – إثبات النتح في النبات)

الناقوس من الداخل، وليس من مصدر لهذا الماء إلا النبات إذ يفقد جزءا من مائه على شكل بخار، ويستمر ذلك حتى يتشبع الجو داخل الناقوس ويتكاثف بعض البخار على جداره.

ولإثبات أن بخار الماء يخرج من النبات عن طريق الثغور تُجرى التجربة الآتية :

نأتي بورقة نشاف ونغمسها في محلول كلورور الكوبلت ٥٪ فتتلوَن باللون الأحمر ثم نجففها فيصبح لونها أزرقا باهتا ثم أخذ قطعة صغيرة من هذه الورقة ونغطي بها جزءا من السطح العلوي وكذلك جزءا من السطح السفلي لورقة نبات منزرع، ثم نغطي ورقة الكوبلت بقطعة من القصدير لمنع وصول الرطوبة إليها فنشاهد بعد مدة أن ورقة الكوبلت الموجودة على السطح السفلى لورقة النبات قد أصبحت أكثر احمرارا من التي على السطح العلوي، ويدل هذا على أن الماء حرج من السطح السفلى بكمية أكثر من السطح العلوي. وقد علمنا من تشريح الورقة أن الثغور على السطح السفلى أكثر منها على السطح العلوي فنستنتج من ذلك أن الماء يخرج في عملية النتح عن طريق الثغور.

والماء الذي ينتحه النبات يأتي من تبخر الماء الزائد الموجود في خلايا الورقة خصوصا في النسيج الأسفنجي وانتشار هذا الماء في المسافات البينية حيث يمر إلى الغرف الهوائية المؤدية إلى الثغور. ونعلم أن الثغر يحاط بالخليتين الحارستين اللتين تمتازان بعصير خلوي مركز، وعند تشبع أنسجة الورقة بالماء فإن الخلايا الحارسة تمتص الماء من الخلايا المجاورة لها بقوة الأسموز فتنتفخ وتتكور وتبتعد كل خليتين بعضهما عن بعض فينفتح الثغر الذي بينهما ويمر الماء المتجمع في الغرفة الهوائية إلى الجو الخارجي وبذلك ينتح النبات.

وتختلف كمية النتح تبعا لتركيب النبات وحالة الوسط الذي يحيط به، وعلى العموم فالنباتات الزراعية والأشجار تنتج كمية كبيرة كل يوم، وتؤثر هذه الكمية تأثيرا محسوسا في رطوبة الجو المحيط بها، فشجيرة كبيرة من نبات عباد الشمس مثلا تنتج في يوم دفئ حوالي لتر من الماء، وقد قدرت كمية النتح في غابة من أشجار الزان مساحتها فكتار مربع من الأرض بنحو ثلاثة آلاف لتر يوميا.

العوامل التي تؤثر في سرعة النتح :

تتوقف سرعة النتح في النبات على عوامل كثيرة يتعلق بعضها بتركيب النبات نفسه وهي ما تعرف " بالعوامل الداخلية " ويتعلق بعضها الآخر بحالة الوسط الذي يحيط بالنبات وتعرف " بالعوامل الخارجية ".

العوامل الداخلية :

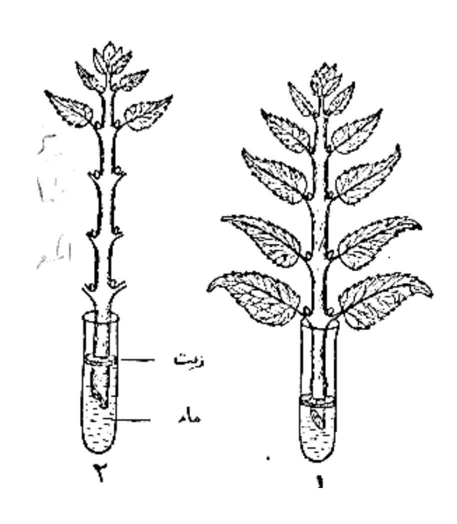
١- **مساحة السطح الناتح** : يزداد النتح كلما كبر السطح المعرض للهواء، فكثرة الأوراق واتساعها تزيد كمية النتح، ولإثبات ذلك نجري التجربة الآتية :

نأتي بفرعي نبات متشابهين ونقلل عدد الأوراق في أحدهما بانتزاع بعضها من الفرع الأول ونسد محل اتصالها بالفرع بطبقة من الفازلين، ثم نغمر طرفي الفرعين السفليين في أنبوبتي اختبار متشابهتين بهما مقداران متساويان من الماء، ونضع على سطح الماء طبقة رقيقة من الزيت لمنع تبخره. نترك الأنبوبتين في تيار الهواء فنشاهد بعد مدة أن كمية الماء في الأنبوبة ذات الفرع المورق قد نقصت أكثر من ماء الأنبوبة ذات الفرع

المنتزعة منه الأوراق (شكل ٧٤).

ولقياس سرعة النتح بطريقة دقيقة يستعمل الجهاز المعروف " بالبوتومتر " الذي يمكن بواسطته قياس كمية النتح من سطح ثابت في وقت معلوم.

ويتركب جهاز البوتومتر من دورق زجاجي ذي فوَهة واسعة مسدودة بسداد من المطاط به ثلاثة ثقوب يمرَ في أحدها عنق قمع ذي صنبور، وفي الثاني أنبوبة

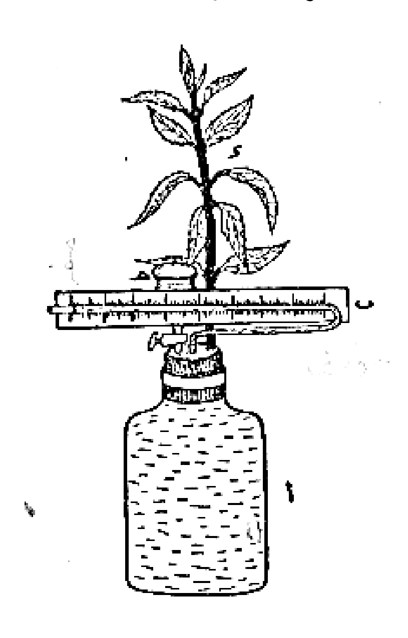


(شكل ٧٤ – إثبات أن النتح يزداد بازدياد سطح النبات المعرض للجو)

(١) فرع كثير الأوراق (٢) فرع قليل الأوراق.

شعرية منحنية في زاوية قائمة ومثبت أمام فرعها لوحة مدرجة صفرها قرب الطرف الخالص للأنبوبة الشعرية، وفي الثقب الثالث يثبت فرع النبات الذي يراد إجراء التجربة عليه (شكل ٧٥).

ولاستعمال الجهاز ينزع السداد ويثبت فرع النبات في الثقب الخاص به تثبيتا محكما، ثم يملأ الدورق بالماء حتى حافته ويسد بالسداد بحيث يكون صنبور القمع مفتوحا فيندفع الماء في عنق القمع وفي الأنبوبة الشعرية. ثم يثبت السداد تماما بعد التأكد من عدم وجود فقاعات هوائية تحته. ويسكب الماء في القمع حتى يمتلئ ثم يقفل الصنبور ويجفف طرف الأنبوبة الشعرية الخالص حتى يتراجع سطح الماء فيها إلى صفر التدريج على اللوحة المدرجة. فإذا ترك الجهاز فإنه يشاهد



(شكل ٧٥ – البوتومتر)

(أ) الدوق. (ب) الأنبوبة الشعرية والمسطرة المدرجة.

(ج) القمع ذو الصنبور. (د) فرع النبات.

تراجع سطح الماء في الأنبوبة الشعرية حتى إذا وصل إلى آخر التدريج

يفتح صنبور القمع فيمر الماء من القمع إلى الدورق ويندفع في الأنبوبة الشعرية حتى يصل إلى صفر التدريج ثم يقفل الصنبور وهكذا.

وتراجع الماء في الأنبوبة الشعرية سببه نقصان الماء من الدورق، وهو الذي امتصه فرع النبات وأخرجه في عملية النتح. ويمكن معرفة كمية النتح في زمن معين بقياس الزمن الذي يتراجع فيه سطح الماء في الأنبوبة الشعرية مسافة معينة، وبعملية حسابية بسيطة يمكن معرفة حجم ذلك العمود من الماء.

ويمكن استعمال البوتومتر في إثبات أن كمية النتح تتوقف على مساحة السطح الناتج باستبدال الأنبوبتين المستعملتين في التجربة الأولى بجهازي بوتومتر فيشاهد أن تراجع الماء في أنبوبة البوتومتر ذات الفرع المورق أسرع من تراجعه في أنبوبة البوتومتر ذات الفرع القليل الأوراق، أي أن كمية النتح في الفرع الكثير الأوراق أكثر منها في الفرع القليل الأوراق.

٢- **عدد الثغور الموجودة على السطح الناتج :** كلما زاد عدد الثغور على سطح النبات، خصوصا سطح الأوراق، ازدادت كمية النتح. ويمكن إثبات ذلك بواسطة تجربة أوراق الكوبلت السابق شرحها.

٣- **سمك طبقة الكيوتين** : طبقة الكيوتين التي تغطي أجزاء النبات الخضراء تمنع تسرب الماء بالبخر إلى الخارج إلا في حالات قليلة كشدة الحرارة وكثرة الماء الموجود في خلايا البشرة، وهذا ما يعبر عنه بالنتح الكيوتيني.

ويمكن إدراك أهمية هذا النوع من النتح إذا أتينا بتفاحتين ونزعنا

القشرة الكيوتينية التي تغطي إحداهما وتركتا الثانية كما هي فنشاهد بعد عدة أيام أن التفاحة الأولى فقدت كمية كبيرة من الماء وجفت على حين أن الأخرى تبقى على حالتها الرخصة مدة طويلة. ولذلك يشاهد أن أوراق نباتات المناطق الجافة كالنباتات الصحراوية مغطاة بطبقة سميكة من الكيوتين لتقليل النتح وبالعكس في نباتات المناطق الرطبة حيث تكون طبقة الكيوتين فيها رقيقة. وكذلك تكون طبقة الكيوتين التي تغطي البشرة العليا للأوراق أسمك من التي تغطي البشرة السفلى، وذلك لأن الأولى معرضة لحرارة الشمس أكثر من الثانية.

العوامل الخارجية :

١- **مقدار الرطوبة** : كلما زاد مقدار الرطوبة في الجو المحيط بالنبات قلت كمية النتح. ويمكن إثبات ذلك بإجراء تجربة البوتومتر في جو جاف ثم في جو مشبع ببخار الماء على نفس النبات فنجد أن سرعة تراجع الماء في الحالة الأول أكثر منها في الحالة الثانية. وتقف عملية النتح كلية إذا وصلت درجة رطوبة الجو إلى التشبع.

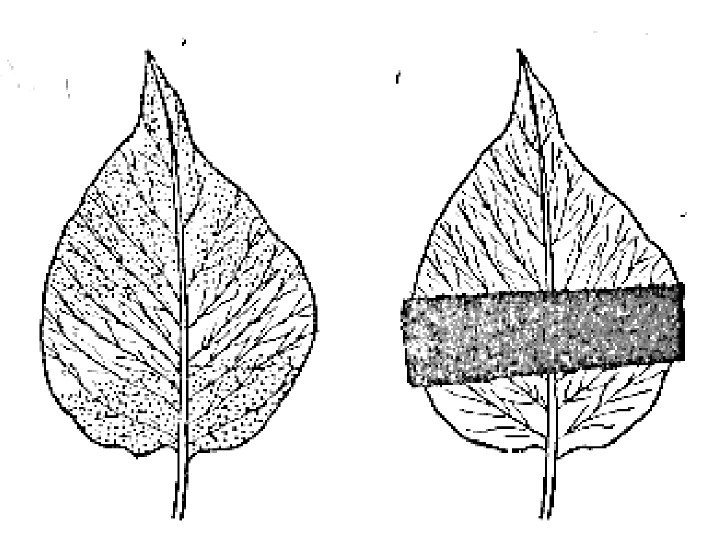
٢- **درجة الحرارة** : تتأثر عملية النتح بالحرارة كعملية التبخر العادية إذ تزداد بارتفاع درجة الحرارة، كذلك تؤثر الحرارة تأثيرا غير مباشر على النتح إذ تؤدي إلى ارتفاع درجة تشبع الهواء كما أنها تؤدي إلى سرعة حركة الهواء التي تزيد معدل النتح كما سيأتي ذكر ذلك. ولهذا كانت النباتات أكثر نتحا في الصيف منها في الشتاء. ويمكن إثبات ذلك بواسطة البوتومتر.

٣- الضوء : تقفل الثغور في الظلام وتفتح في الضوء ولذلك يزداد النتح في الضوء عنه في الظلام.

ولإثبات أن الثغور تفتح في الظلام نغطي جزءا من سطحي ورقة نبات منزرع بقطعة قماش سميك أسود اللون ونتركها على النبات ٢٤ ساعة، ثم ننزع هذه الورقة ونزيل قطعة القماش منها ونغمرها في كحول فنشاهد سرعة دخول الكحول في الأجزاء التي كانت معرضة للضوء بدليل تغير اللون في هذه الأجزاء من الورقة بتأثير الكحول على الخلايا الداخلية، بينما الجزء الذي كان مغطى لا يتغير لونه بسرعة لأن الثغور مقفلة في هذا الجزء بتأثير الظلام (شكل ٧٦).

ويبتدئ النتح في النبات صباحا، ويكون على أشده عند الظهر، ويقل عصرا ويقف عند الغروب وأثناء الليل.

٤- حركة الهواء : يزداد النتح كلما كثرت التيارات الهوائية في الجو المحيط بالنبات، وذلك لأن الهواء الذي تشبع ببخار الماء حول النبات يتجدد باستمرار ويحل محله هواء جاف يساعده على النتح. ويمكن إثبات ذلك بواسطة البوتومتر، إذ نشاهد أن سرعة تراجع الماء في الأنبوبة الشعرية يزداد إذا عرضنا فرع النبات لمروحة كهربائية.



(شكل ٧٦ – إثبات أن الثغور في الظلام)

والنباتات في الطبيعة تهيئ نفسها حسب الوسط الذي تعيش فيه. فالنباتات الصحراوية المعرضة للحرارة والجفاف الشديد تحمي نفسها بتقليل النتح، وذلك بزيادة سمك طبقة الكيوتين التي تغطي سطحها، وكذلك بتقليل عدد الثغور وتصغير السطح الناتج بأن تكون الأوراق رفيعة شوكية إلى غير ذلك.

أما النباتات التي تعيش في المناطق الرطبة فتكون أوراقها عريضة وبها كثير من الثغور وعليها طبقة رقيقة من الكيوتين وقد تكون هذه الطبقة معدومة.

أهمية النتح للنبات :

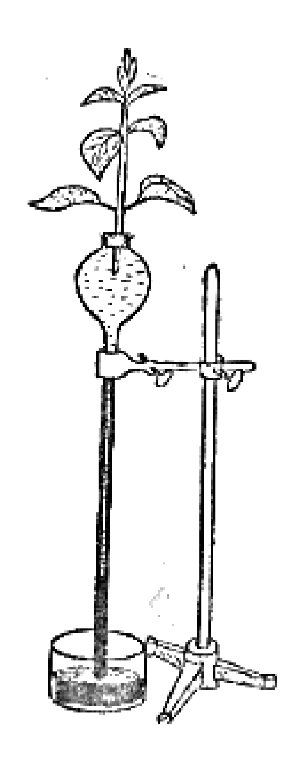
يساعد النتح على رفع العصارة النيئة التي امتصها الجذر من الأرض بواسطة شعيراته، فإن هذه العصارة تمر إلى أوعية الخشب في الجذر ويساعد

على رفعها إلى أوعية خشب الساق والورقة قوى مختلفة أهمها القوة الناتجة من تيار النتح، فالخلايا المجاورة للغرفة الهوائية تفقد ماءها وتصبح أكثر تركيزا من الخلايا المجاورة لها فتمتص الماء منها، وتتركز عصارة هذه الخلايا الأخيرة وتمتص الماء من الخلايا التي بجوارها من الداخل، وهكذا حتى الخلايا المجاورة لأوعية الخشب التي تمتص الماء من الأوعية فترتفع فيها العصارة تبعا لذلك.

ولإثبات قوة النتح على رفع العصارة نجري التجربة الآتية :

نأتي بأنبوبة زجاجية واسعة مفتوحة الطرفين ثم نسد أحد الطرفين بسداد من الفلين بوسطة ثقب تمر منه أنبوبة شعرية طرفها الآخر مغمور في حوض به زئبق، ثم نملأ الأنبوبة الزجاجية بالماء ونسد طرفها المفتوح بسداد آخر من الفلين بوسطه ثقب فيه فرع نبات مورق ونتأكد من عدم وجود فقاعات هوائية في الأنبوبة، ثم نسد حول الفراغ سدا محكما. نترك الجهاز مدة من الزمن فنشاهد بعدها أن الزئبق ارتفع في الأنبوبة الشعرية، إذ يحل محل عمود الماء الذي ارتفع في الفرع واستمرار ارتفاعه يكون بتأثير عملية النتح (شكل ٧٧).

٢- ويساعد النتح أيضا على تلطيف درجة حرارة النبات، وهو في ذلك يشبه عمل العرق في الإنسان.



(شكل ٧٧ – إثبات أن النتح يعمل على رفع العصارة النيئة)

التمثيل الضوئي

التمثيل الضوئي هو العملية التي يكوَن بها النبات المواد الغذائية الكربوايدراتية من ثاني أكسيد الكربون الجوي بواسطة مادة الكلوروفيل الخضراء مع وجود ضوء الشمس. وتعرف هذه العملية أيضا بعملية التمثيل الكربوني.

يدخل الهواء الجوي إلى أنسجة النبات خلال الثغور التي توجد بكثرة على الأوراق فيتسرب إلى خلايا النسيج الوسطى ويذوب ثاني أكسيد الكربون في مائها ويصبح ملاصقا لمادة الكلوروفيل في البلاستيدات.

ويمتص الكلوروفيل ضوء الشمس ويحوَله إلى طاقة تحدث تفاعلا كيميائيا ينتج عنه تحوَل ثاني أكسيد الكربون والماء إلى مواد كربوايدراتية (وهي مواد عضوية تحتوي على الكربون والأكسيجين والإيدروجين بنسبة وجودهما في الماء).

ويتصاعد الأكسجين نتيجة لهذا التفاعل ويخرج من أنسجة النبات خلال الثغور أيضا.

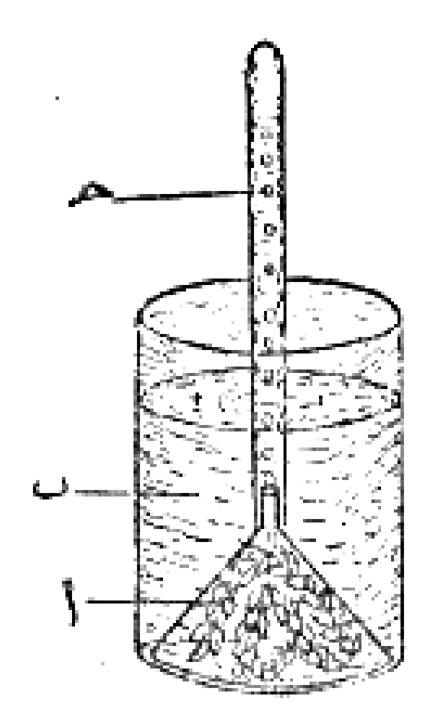
ثاني أكسيد الكربون + ماء + طاقة ضوئية ----> كربوايدرات + أكسجين.

والمادة الكربوايدراتية التي تتكوَن في آخر الأمر هي مادة النشاء. ويسبق ذلك تكوَن أنواع بسيطة من السكر كسكر العنب وسكر الفاكهة. ويلاحظ أن كمية الأكسيجين الناتجة من عملية التمثيل تساوي كمية ثاني أكسيد الكربون الداخلة في تركيب المواد المتكوَنة.

ولإثبات أن الأكسيجين يتصاعد من النبات أثناء عملية التمثيل تجرى التجربة الآتية :

نأتي بكأس بها ماء مذاب فيه ثاني أكسيد الكربون، ونضع نباتا مائيا أخضر مثل نبات الألوديا تحت قمع منكس في الكأس بحيث يكون عنقه تحت سطح الماء، ثم نملأ أنبوبة اختبار من ماء الكأس وننكسها فوق عنق القمع ونترك الجهاز في ضوء الشمس (شكل ٧٨) فنشاهد بعد مدة تصاعد فقاعات غازية من النباتات تتجمع عند قمة الأنبوبة المنكسة. وبعد تجمع كمية مناسبة من هذا الغاز نختبره بعود ثقاب محترق فنشاهد أنه

يتوهج مما يدل على أنه يحتوي على نسبة كبيرة من الأكسيجين. ويمكننا الاستدلال على تكوَن النشاء أثناء



(شكل ٧٨ – إثبات تصاعد الأكسيجين أثناء عملية التمثيل)

(أ) النبات المائي. (ب) ماء مذاب به ثاني أكسيد الكربون

(ج) فقاعات غازية.

عملية التمثيل الكربوني في الأجزاء الخضرا بأن نقطع ورقة نبات تعرضت مدة طويلة لضوء الشمس ونسقطها في ماء مغلي بضع دقائق لقتل خلاياها الحية ثم نضعها في إناء به كحول نقي لاستخلاص الكلوروفيل منها. وبعد أن يزول لونها الأخضر نصبغها بمحلول اليود

المخفف، فنجد أن لونها قد أصبح أزرقا داكنا، وهذا دليل على وجود النشاء بها.

نرى مما سبق أن النبات يقوم بتمثيل مادة الكربون إلى مواد كربوايدراتية في أجزائه الخضراء من ثاني أكسيد الكربون الجوَي بوجود ضوء الشمس.

وعملية التمثيل هذه تتوقف على عوامل خاصة لابد من توافرها وإلا وقفت العملية. وهذه العوامل هي :

١ – **وجود ثاني أكسيد الكربون** : ولإثبات ذلك عمليا نعيد تجربة نبات الايلوديا مع استبدال الماء المذاب به ثاني أكسيد الكربون بماء آخر سبق عليه لطرد الهواء منه، فنشاهد عدم تصاعد فقاعات الغاز من النبات مهما تركناه في الضوء. وضرورة ثاني أكسيد الكربون بديهية لأن الكربون لازم لتكوين المواد الكربوايدراتية، وقد أثبتنا سابقا أن النبات لا يمكنه الحصول عليه إلا من ثاني أكسيد الكربون الجوي.

٢– **وجود الضوء** : إذا كشفنا عن النشاء بالطريقة السابق وصفها في أوراق نبات نزعت عند الفجر نلاحظ خلوَها منه، وذلك لوقوف عملية التمثيل أثناء الليل واستنفاد النبات لكمية النشا المتكونة فيه أثناء النهار. ويمتص الكلوروفيل الأشعة الحمراء والبرتقالية أكثر من غيرها، ويستدل على ذلك عمليا بامرار الطيف الضوئي في محلول كلوروفيل بواسطة اسبكترسكوب ومعرفة الألوان التي احتجزت في المحلول.

٣– **وجود الكلوروفيل** : الأجزاء الخضراء من النبات هي التي تقوم

وحدها بعملية التمثيل لاحتوائها على مادة الكلوروفيل. ولإثبات ذلك نختبر أوراق بعض نباتات الزينة المبرقشة مثل أوراق الجرونيا فنجد أن أجزاء الورقة البيضاء خالية من النشا على حين أن الأجزاء الخضراء تحتوي على النشاء.

٤- **وجود البروتوبلازم الحي** : إذا استخلصنا الكلوروفيل من النبات بواسطة إذابته في الكحول، ثم وضعنا بعضا منه مع ماء مذاب به ثاني أكسيد الكربون، ثم عرضناه لضوء الشمس فإن عملية التمثيل لا تحدث مطلقا كما يستدل على ذلك بعدم تكوَن النشاء. وعلى ذلك فعملية التمثيل عملية حيوية لابد لحصولها من وجود البروتوبلازم الحي، فإذا أعدنا تجربة نبات الايلوديا بعد قتل النبات بوضعه في ماء يغلي فإننا نشاهد عدم تصاعد الأكسيجين وذلك دليل وقوف عملية التمثيل.

٥- وجود درجة حرارة مناسبة : تزداد عملية التمثيل بارتفاع درجة الحرارة إلى أن تصل أقصاها عند درجة ثابتة ثم نقل تدريجيا بارتفاع درجة الحرارة حتى تقف العملية. فإذا أجرينا تجربة نبات الإيلوديا السابق وصفها ووضعنا بعض قطع من الثلج في الماء فإننا نشاهد تضاؤل كمية الغاز المتصاعد حتى إذا انخفضت درجة الحرارة إلى درجة الصفر وقفت العملية. وإذا رفعنا درجة حرارة الماء ازداد معدل التمثيل تدريجيا إلى أن يصل غايته عند درجة ٣٧° م تقريبا، ثم يقل معدل العملية تدريجيا كلما ارتفعت درجة الحرارة عن ذلك.

ومع أن ثاني أكسيد الكربون والضوء والحرارة جميعها ضرورية لعملية

التمثيل الكربوني، إلا أن هناك حدا لكل منها إذا زادت عنه أضرت بالبروتوبلازم الحي وعطلت عملية التمثيل.

تمثيل المواد الغذائية :

يستمد النبات الكربون من الهواء، وبواسطة عملية التمثيل الضوئي يمثله مع الماء إلى مواد كربوايدراتية.

ويتمص النبات الأملاح المعدنية من التربة على شكل محاليل تصعد في أوعية الخشب إلى أن تصل إلى الورقة، وهناك تتحد مع المواد الكربوايدراتية وتكون المواد الزلالية والمواد الأخرى اللازمة لغذاء النبات والتي تدخل في تركيب جسمه، ثم يُخزن الزائد عن حاجته من هذه المواد في أجزاء مختلفة من جسمه يرجع إليها عند الحاجة.

التنفس

عرفنا من عملية التمثيل أن النبات يحوَل المواد الأولية البسيطة التركيب كثاني أكسيد الكربون والماء والأملاح المعدنية إلى مواد عضوية معقدة التركيب يتغذى عليها ويبني منها جسمه، فعملية التمثيل إذا هي عملية بناء.

وبجانب هذه العملية توجد عملية أخرى تحوَل هذه المواد العضوية المركبة وتهدمها إلى مواد بسيطة حتى تنطلق الطاقة المخزونة بها فيستطيع النبات أداء وظائفه الحيوية. فالبناء والهدم ظاهرتان حيويتان مستمرتان جنبا إلى جنب أثناء الحياة. وأهم عملية هدم تحدث في جسم الكائن الحي هي عملية التنفس، وهي عملية ظاهرها أخذ الأكسيجين وإخراج ثاني

أكسيد الكربون وبخار الماء.

فالنبات علاوة على عملية التمثيل التي تقوم بها أجزاؤه الخضراء في الضوء والتي ظاهرها أخذ ثاني أكسيد الكربون وإخراج الأكسيجين، تقوم أيضا جميع أجزائه الحية سواء منها الخضراء وغير الخضراء في الضوء وفي الظلام بعملية التنفس، أي أخذ الأكسيجين وإخراج ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء.

فالأكسيجين الذي يدخل أثناء عملية التنفس إلى أنسجة النبات عن طريق الثغور والمسافات البينية يتحد مع المواد العضوية، وخاصة مع المواد الكرابوايدراتية ويؤكسدها مكوَنا ثاني أكسيد الكربون والماء، وتنطلق الطاقة التي كانت كامنة في هذه المواد والتي امتصتها الكلوروفيل من الضوء أثناء تعرضه للشمس، ويكون ظهور هذه الطاقة على شكل حرارة يستعملها النبات في تأدية وظائفه الحيوية.

ويمكن إثبات أن النبات يأخذ الأكسيجين أثناء عملية التنفس بالتجربة الآتية :

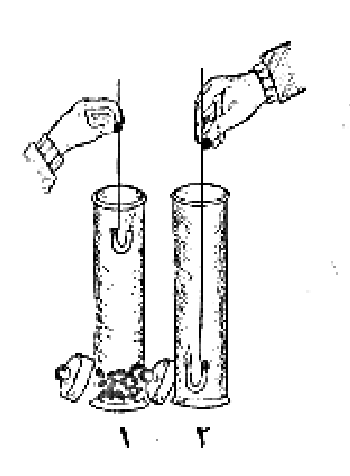
نأتي بمخبارين ونضع في أحدهما بعضا من بذور البازلاء المستنبتة لمدة ٢٤ ساعة ونترك الثاني فرغا ونغطي كلا منهما بغطاء زجاجي محكم ونضعها في غرفة دافئة، ثم نختبر المخبارين بعد مضي ٢٤ ساعة بواسطة شعلة ملتهبة فنجد أنها تستمر مشتعلة في المخبار الثاني الخالي من البذور في حين تنطفئ في الأول وذلك دليل نفاد الأكسيجين منه، أي أن البذور الحية امتصت الأكسيجين أثناء التنفس (شكل ٧٩).

ولإثبات أن النبات يخرج ثاني أكسيد الكربون أثناء التنفس نعيد التجربة السابقة ثم نختبر هواء المخبارين بقضيب زجاجي مغموس في ماء الجير فنجد أنه تعكر بسرعة في جو المخبار المحتوي على البذور ولم يتعكر في الآخر.

وهذا يدل على تصاعد ثاني أكسيد الكربون من البذور الحية أثناء التنفس.

ملاحظة – يمكن الاستعاضة عن البذور المنبتة بأوراق خضراء مع وضع المخبارين في غرفة مظلمة حتى تقف عملية التمثيل.

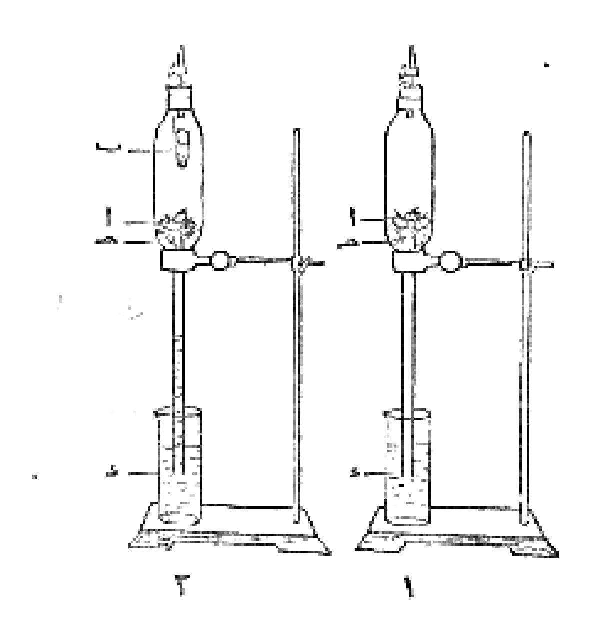
وكمية الأكسيجين الممتصة في عملية التنفس تساوي في أغلب الأحيان كمية ثاني أكسيد الكربون المنطلق. ويمكن إثبات ذلك عمليا بالتجربة الآتية :



(شكل ٧٩ – إثبات أن النبات يمتص الأكسيجين ويخرج ثاني أكسيد الكربون أثناء التنفس)

نأتي بأنبوبتين منتفختين كل منهما ذات عنق طويل، ونضع في كل منهما قطعة من القطن وبعض البذور المستنبتة، ثم نغمس طرفي العنقين في وعاء به ماء ونسد الطرف الآخر لكل أنبوبة بسداد من الفلين ونعلق بأحدهما في الداخل أنبوبة صغيرة تحتوي على محلول مركز من الصودا الكاوية. وعند ابتداء التجربة نلاحظ أن سطح الماء في العنق في مستوى سطح الماء في الكأس (شكل ٨٠). وإذا تركنا الجهازين مدة ما نشاهد صعود الماء تدريجيا في عنق الأنبوبة الموجودة بها الصودا الكاوية حتى تقف عند مستوى ثابت، وبما أنه في كلتا الأنبوبتين تتنفس البذور فتأخذ الأكسيجين وتخرج ثاني أكسيد الكربون فتمتص الصودا الكاوية في الأنبوبة الثانية هذا الغاز ويصعد الماء ليحل محله. وبما أن سطح الماء في عنق الأنبوبة الأولى لم يتغير مستواه فلابد أن تكون كمية ثاني أكسيد الكربون المتصاعدة تساوي كمية الأكسيجين الممتصة.

ولو قسنا حجم الماء الذي ارتفع في عنق الأنبوبة الثانية لوجدنا أنه يساوي خمس حجم فراغ الأنبوبة تقريبا، أي حجم أكسيجين الهواء.



(شكل ٨٠ – إثبات أن الأكسيجين الممتص أثناء التنفس يساوي ثاني أكسيد الكربون المتصاعد)

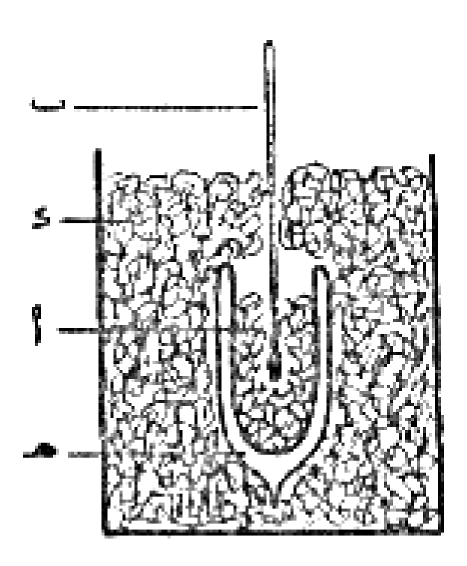
(أ) بذور مستنبتة. (ب) صودا كاوية في أنبوبة.

(ج) قطعة من القطن. (د) ماء في كأس.

ولإثبات تصاعدي الحرارة أثناء التمثيل نأتي بكميتين متساويتين من أجزاء حية من نبات، ولتكن بذورا أو أزهارا أو قطعا من فرع صغير أو غير ذلك، ونضع إحدى هاتين الكميتين في ماء عند درجة الغليان لقتل مادته الحية ثم نخرجها من الماء ونبردها، ونضع كلا من الكميتين في زجاجة (ترموس) مسدودة بسداد يخترقه ترمومتر يستقر انتفاخه بين أجزاء النبات.

ويلاحظ عند ابتداء التجربة أن درجة الحرارة التي يبينها كل من الترمومترين واحدة (شكل ٨١). وإذا تركنا الجهازين مدة كافية نلاحظ أن

ترمومتر الترموس المحتوى على أجزاء النبات الحية قد ارتفع زئبقه عن ترمومتر الترموس المحتوي على أجزاء النبات الميتة، أي التي لا تتنفس.



(شكل ٨١ – إثبات تصاعد الحرارة من النباتات أثناء التنفس)

(أ) بذور حية. (ب) ترمومتر.

(ج) زجاجة الترموس الداخلية. (د) قطن.

ولا يؤثر الضوء في معدل التنفس في النبات في حين تؤثر الحرارة فيه تأثيرا كبيرا. ويبدأ التنفس بكمية قليلة عند درجة الصفر، ويزداد تدريجيا إلى درجة ٤٠° مئوية ثم يبدأ في النقصان إذا زادت درجة الحرارة عن ذلك.

وقد ذكرنا أن عملية التنفس هي عملية هدم، أي أن النبات يفقد

جزءا من وزنه أثناءها يعوضه في عملية التمثيل، فإذا أوقفنا هذه العملية الأخيرة أمكننا أن نثبت النقص في وزن النبات نتيجة لعملية التنفس. وللبرهنة على ذلك نزن بذرة فول جافة ثم نستنبتها في الظلام ونتركها كذلك عدة أيام حتى تصبح بادرة طويلة، فيخيل لنا أنها زادت في الوزن، والحقيقة أن هذه الزيادة ناتجة من تشبعها بالماء، فلو جففناها عند درجة ١٠٠ مئوية لإخراج الماء الزائد ثم وزناها لوجدنا أنها نقصت إلى نصف وزنها، وذلك لاستهلاك المواد الغذائية في التنفس. ويختلف معدل التنفس في أعضاء النبات المختلفة، فالأجزاء النشيطة كالقمم النامية والبادرات الصغيرة تتنفس بمعدل أكثر لتصل إلى المجهود اللازم لنشاطها ونموها وكذلك الأزهار أكثر تنفسا من الأوراق، وهذه تتنفس أكثر من السيقان والجذور وهكذا.

الباب السابع

التكاثر الزهري

الزهرة هي عضو التكاثر في النباتات الزهرية.

وتختلف الأزهار في اللون والشكل والحجم في النباتات المختلفة، ولكنها تتحد جميعها في الوظيفة والمنشأ إذ أن الزهرة تنشأ عن برعم إبطي، وهي عبارة عن فرع قصير تقاربت أوراقه وتحور شكلها حتى تلائم الوظيفة التي خصصت لها، فبعض هذه الأوراق يتهيأ لتكوين الخلايا التناسلية الذكرية والانثية وهذه باتحادها تؤدي إلى تكوين الأجنة والبذور التي يتكاثر بها النبات، والبعض الآخر من الأوراق الزهرية يتحور لحماية الأجزاء التناسلية حتى يتم نضجها، كذلك تقوم بوظائف ثانوية أخرى.

تركيب الزهرة

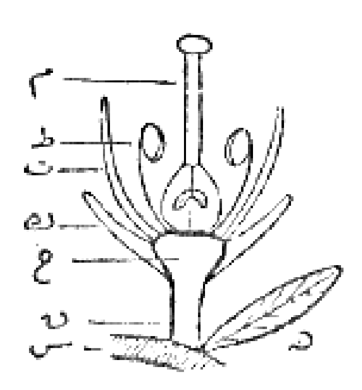
تتركب الزهرة عموما من محور زهري ناميا في إبط ورقة تعرف " بالقنابة " وهذا المحور هو ساق قصير تحمل عند قمتها المعروفة " بالتخت " الأوراق الزهرية. وقد ينعدم القمع في بعض الأزهار ويتصل التخت مباشرة بساق النبات أو أفرعه وتعرف مثل هذه الأزهار بأنها جالسة (شكل ٨٥).

الأوراق الزهرية

يوجد في الزهرة الكاملة أربعة أنواع من الأوراق الزهرية يقوم كل منها

بوظيفة خاصة، وتشمل الغلاف الزهري والأعضاء التناسلية المذكورة والمؤنثة (شكل ٨٢).

والأوراق الزهرية مرتبة على التخت في محيطات داخل بعضها، وقد يوجد كل نوع منها في محيط واحد أو أكثر. ويتكوَن الغلاف الزهري غالبا من محيطين يسمى الخارجي منهما " بالكأس " والداخلي " بالتويج "



(شكل ٨٢ – شكل تخطيطي لقطاع طولي في زهرة كاملة)

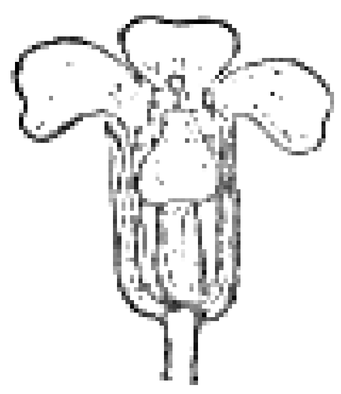
(س) الساق. (ن) القنابة. (ق) العنق. (خ) التخت.
(ك) الكأس. (ت) التويج. (ط) الطلع. (م) المتاع.

وتترتب أعضاء التناسل غالبا في محيطين الخارجي منهما هو عضو التذكير، ويسمى " الطلع " والداخلي عضو التأنيث ويسمى " المتاع ".

الكأس :

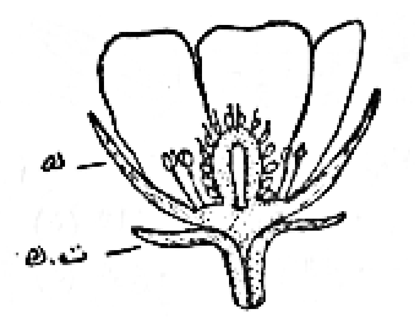
هو المحيط الخارجي للزهرة ووظيفته حماية الأجزاء الداخلية أثناء تكوينها، ويتكوَن من وريقات تكون غالبا خضراء اللون تسمى (السبلات) ملتحمة مع بعضها كما في زهرة الفول (شكل ٤٥) أو منفصلة كما في

زهرة الكبر (شكل ٨٣) وقد تتلون السبلات بلون التويج كما في زهرة نبات العايق.



(شكل ٨٣ – زهرة الكبر)

وقد توجد السبلات في أكثر من محيط واحد كما في زهرة نبات الكبر إذ توجد في محيطين متبادلين. وفي بعض الأزهار كما في القطن والشليك يوجد خارج الكأس محيط إضافي يتكوَن من وريقات تشبه وريقات الكأس ولكنها أصغر منها عادة، ويسمى هذا المحيط بتحت الكأس أو الكؤيس (شكل ٨٤).



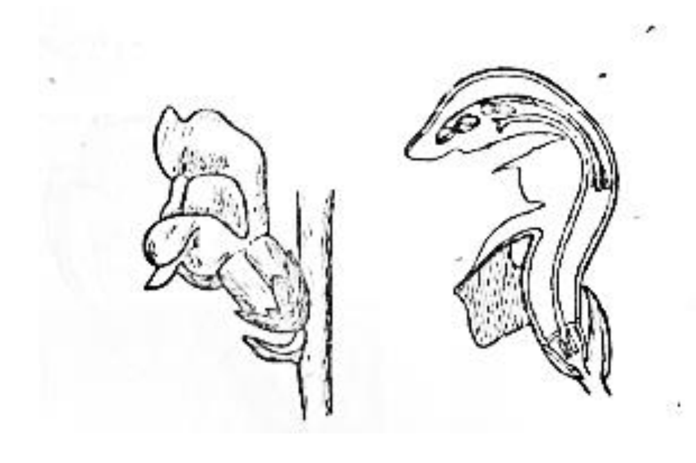
(شكل ٨٤ – قطاع طولي في زهرة الشليك)

(ت. ك) تحت الكأس (ك) الكأس

التويج :

هو المحيط الداخلي من الغلاف الزهري ووظيفته أيضا حماية الأجزاء الداخلية كما أنه في بعض الأحيان يؤدي وظيفة هامة أخرى هي جذب الحشرات إلى الزهرة بألوانه الزاهية ورائحته الجذابة.

ويتكوَن التويج من عدد من الوريقات تعرف " بالبتلات " قد تكون منفصلة عن بعضها كما في أغلب الأزهار أو ملتحمة بأشكال مختلفة كما زهرة حنك السبع (شكل ٨٥). ويختلف عدد البتلات في الأزهار المختلفة، ولكنه يكون غالبا مساويا لعدد السبلات، كذلك يختلف لون البتلات لكنها غالبا زاهية اللون.



(شكل ٨٥ – زهرة حبك السبع وقطاع طولي فيها)

وتوجد البتلات في محيط واحد كما في الفول والقطن أو في أكثر من محيط كما في الورد (شكل ٨٦).



(شكل ٨٦ – قطاع طولي في زهرة الورد)

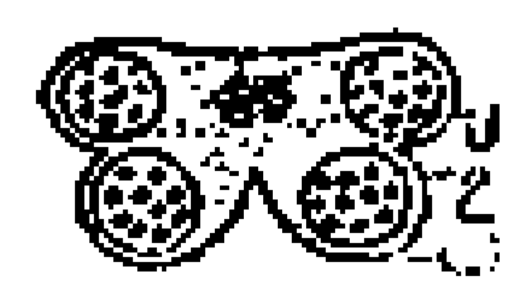
وقد تتشابه وريقات الكأس والتويج في الشكل واللون فلا يمكن تمييزها، وفي هذه الحالة يطلق عليهما معا اسم " الغلاف الزهري "، كما في أزهار الأبصال (شكل ٨٧).



(شكل ٨٧ – زهرة التيوليب نوع من الأبصال)

الطلع :

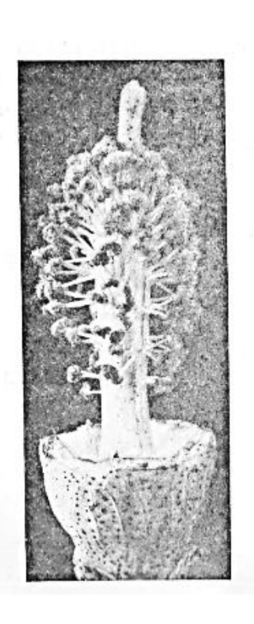
هو عضو التذكير، ويتكون من وريقات متحورة تعرف بالأسدية، وتتركب كل سداة من خيط رفيع يحمل طرفه العلوي انتفاخا صغيرا يعرف بالمتك الذي يتكوَن عادة من فصين بكل منهما حجرتان (شكل ٨٨) تتكون بهما حبوب دقيقة هي " حبوب اللقاح "، وفي هذه الحبوب تتكوَن الخلايا الذكرية، أما الطرف الآخر للخيط فيتصل عادة بالتخت، وفي بعض الأحيان يتصل بالبتلات وإذ ذاك تسمى الأسدية فوق بتلية (شكل ٨٥) وقد تنعدم الخيوط فتصبح المتك جالسة على التخت.

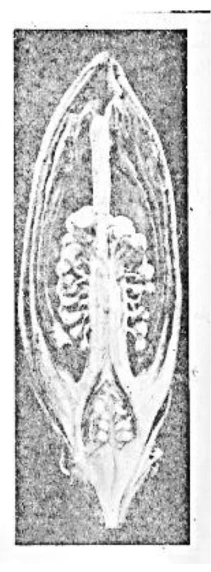


(شكل ٨٨ – قطاع عرضي في المتك)

(ف) فص (ح) حجرة (ل) حبوب لقاح

وتوجد الأسدية في محيط واحد أو أكثر. وقد تبقى منفصلة عن بعضها أو تلتحم فتكون أنبوبة تعرف " بالأنبوبة السدائية " كما في زهرة القطن (شكل ٨٩).





(شكل ٩٨ أ).   زهرة القطن.   (شكل ٩٨ ب).

(أ) قطاع في البرعم الزهري.   (ب) الأنبوبة السدائية.

المتاع :

هو عضو التأنيث في الزهرة، ويتكون من وريقات متحورة تعرف كل منها "بالكربلة". وتتركب الكربلة من جزء سفلي منتفخ جالس على التخت يعرف "بالمبيض" بداخله البويضات التي تحتوي على الخلايا الأنثية ومنها تتكون البذور، ويعلو المبيض جزء أسطواني رفيع يسمى "القلم" وتعرف قمة هذا القلم "بالميسم"، وهو الذي تسقط عليه حبوب اللقاح.

وقد يتركب المتاع من كربلة واحدة أو أكثر، ملتحمة مع بعضها كما في القطن أو منفصلة كما في زهرة الشليك. وتتصل كل بويضة بالمبيض بواسطة خيط رفيع يسمى " الحبل السري " يلصقها بانتفاخ على جدار

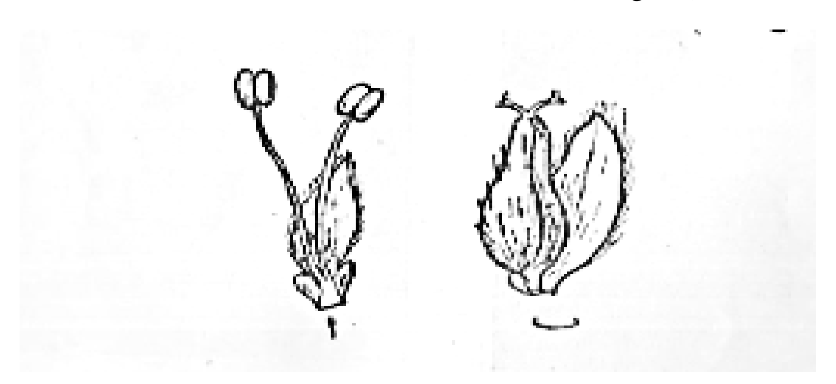
المبيض يسمى "المشيمة" (شكل١) حيث يمر الغذاء من الأم إلى البويضات.

أنواع الأزهار :

الأزهار التي تحتوي على جميع المحيطات الزهرية السابق وصفها تسمى "أزهارا كاملة".

والأزهار التي ينقصها الكأس أو التويج تسمى "وحيدة السوار".

أما الأزهار التي ينعدم فيها الكأس والتويج معا فتسمى "عارية" كأزهار الصفصاف (شكل ٩٠).

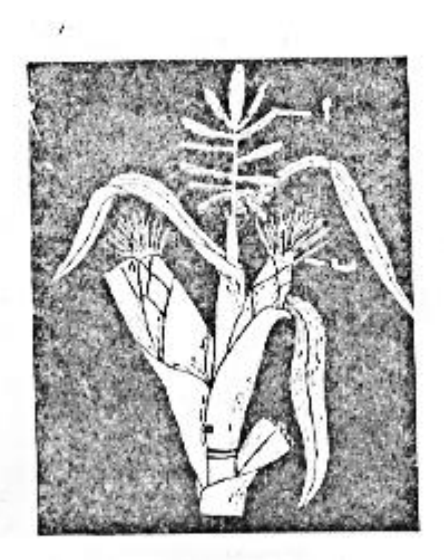


(شكل ٩٠ – أزهار الصفصاف العارية)

(أ) زهرة مذكرة (ب) زهرة مؤنثة.

والزهرة التي يوجد بها الطلع ولا يوجد المتاع تسمى زهرة " مذكرة " والزهرة التييوجد بها المتاع ولا يوجد بها الطلع تسمى زهرة " مؤنثة ". وقد توجد الأزهار المذكرة والأزهار المؤنثة على النبات الواحد ويعرف النبات في هذه الحالة " أحادي المسكن " كالذرة والقرع (شكل ٩١).

أما إذا وجدت الأزهار المذكرة على نبات والأزهار المؤنثة على نبات آخر سمي هذا النبات " ثنائي المسكن "كالنخيل والصفصاف.



(شكل ٩١ – الأزهار المذكرة (أ) والأزهار المؤنثة (ب) في نبات الذرة)

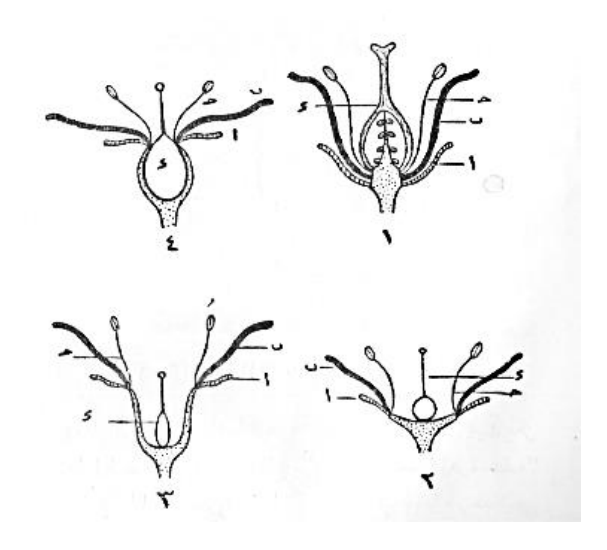
والأزهار التي تكون محيطاتها الزهرية منتظمة الوضع والشكل بحيث يمكن تقسيمها إلى قسمين متشابهين بأي قطاع يمر بمركز الزهرة تسمى " زهرة منتظمة " كزهرة الكبر. أما التي لا يمكن تقسيمها إلى قسمين متشابهين بقطاع واحد فتسمى زهرة " وحيدة التناظر "كزهرة الفول.

وتتميز الأزهار بعضها عن بعض تبعا لنظام وضع المحيطات الزهرية على التخت، فلو قطعنا قطاعات طولية في أنواع مختلفة من الأزهار بحيث تمر القطاعات بمركز كل زهرة لوجدنا أن وضع الكأس والتويج والطلع والمتاع على التخت يختلف فيها، وهناك ثلاثة أنواع من الأزهار تبعا لهذا

النظام (شكل ٩٢).

(١) إذا كانت الكأس والتويج والطلع موضوعة على التخت في مستوى أسفل المتاع سميت الزهرة " سفلية " والمتاع " علوي " كما في زهرة الكبر.

(٢) إذا كان التخت مجوَفا والمتاع في وسطه دون أن يلتحم المبيض بجوانب التخت وكانت المحيطات الأخرى متصلة بحافة التخت سميت الزهرة " محيطية " كما في زهرة المشمس.



(شكل ٩٢ – أنواع الأزهار بالنسبة لوضع المحيطات الزهرية على التخت

(١) زهرة سفلية. (٢) و (٣) أزهار محيطية. (٤) زهرة علوية.
(أ) الكأس. (ب) التويج. (ج) الطلع. (د) المتاع.

(٣) إذا كان التخت مجوفا والمتاع في وسطه ملتحما بجدار التخت

والمحيطات الأخرى متصلة بالتخت أعلى المبيض سميت الزهرة " علوية " والمتاع " سفلى " كما في زهرة التفاح.

وقد توجد الأزهار مجتمعة مع بعضها في مجموعات وتعرف مثل هذه المجموعات " بالنورة "

عملية التكاثر الزهري :

لأجل أن تتم عملية التكاثر بواسطة الأزهار لابد من انتقال الخلايا الذكرية الموجودة في حبوب اللقاح إلى الخلايا الأنثية الموجودة في البويضات داخل المبيض، ثم اندماج الخلايا الذكرية بالخلايا الأنثية.

وتسمى عملية انتقال حبوب اللقاح من المتك إلى المياسم " بالتلقيح " وتسمى عملية اندماج الخلايا الذكرية بالخلايا الأنثية " بالأخصاب "

التلقيح

إذا انتقلت حبوب اللقاح من متك الزهرة إلى ميسمها سمي التلقيح " ذاتيا " أما إذا انتقلت حبوب اللقاح من متك الزهرة إلى ميسم زهرة أخرى من نفس النوع سمي التلقيح " خلطا ". وتتهيأ الأزهار بوسائل شتى لتلائم التلقيح الذاتي أو الخلط.

التلقيح الذاتي :

يشاهد في الأزهار الذاتية التلقيح أن أعضاء التذكير وأعضاء التأنيث تنضج في وقت واحد، كما أن المتك تكون في مستوى المياسم أو أعلى منها قليلا ليسهل سقوط حبوب اللقاح على المياسم عند اهتزاز الزهرة أو

بفعل جاذبية الأرض أو غير ذلك من الوسائل الطبيعية.

التلقيح بالحشرات :

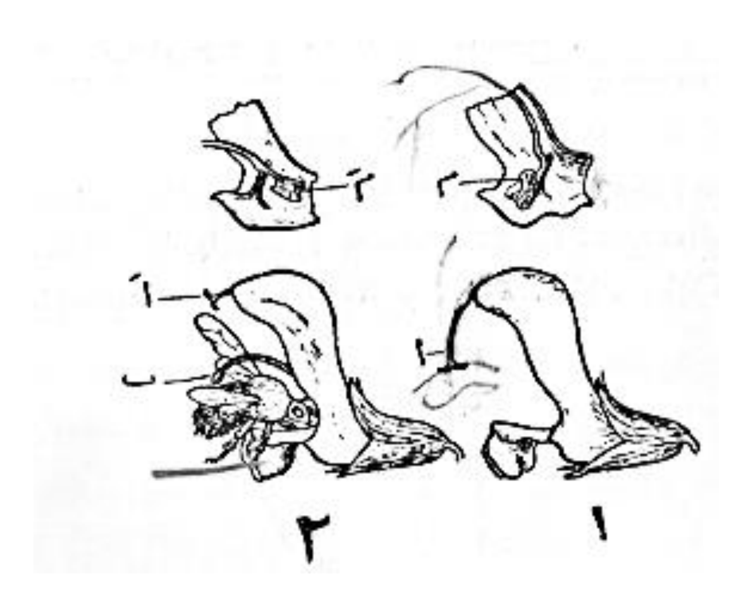
تمتاز الأزهار الحشرية التلقيح بصفات تجذب إليها الحشرات، فتكون ذات ألوان زاهية ورائحة جذابة (لا يشترط أن تكون عطرية)، كما أنها تحتوي على المادة العسلية المعروفة " بالرحيق " تفرزها خلايا خاصة تسمى " الغدد الرحيقة " توجد على التخت أو على أحد المحيطات الزهرية قرب اتصالها بالتخت.

ويتحور التويج في هذه الأزهار إلى شكل خاص يسهل للحشرة زيارة الزهرة، كأن تتحول إلى شكل شفة أو مهماز أو جيب يختزن فيه الرحيق وتدخل إليه الحشرات. ولا تنتج متك الأزهار الحشرية التلقيح كثيرا من حبوب اللقاح التي تكون في هذه الحالة خشنة أو لزجة لتلتصق بجسم الحشرة. وتكون المياسم صغيرة ولزجة لتلتقط حبوب اللقاح من جسم الحشرة أثناء احتكاكها بها. ولا يشترط أن تكون المياسم في مستوى المتك. ومن أمثلة الأزهار الحشرية التلقيح أزهار السفيا وحنك السبع والبسلة والعايق وغيرها كثير.

زهرة السلفيا :

هي زهرة غير منتظمة ذات لون زاه (شكل ٩٥) يتركب كأسها من خمس سبلات ملتحمة ملونة. ويتكون التويج من خمس بتلات ملتحمة تتحور إلى شبه شفتين، شفة عليا مكونة من التحام بتليتين، وشفة سفلى مكونة من التحام ثلاث بثلاث. والطلع مكوَن من سدادتين فوق بتلتين

خيوطهما قصيرة وفصا المتك منفصلان وموضوعان على طرفي ذراع طويل. ولا تتكون حبوب اللقاح إلا في الفص الخارجي فقط، أما الفص الداخلي فهو عقيم. ويكون الذراع مع الخيط شبه رافعة من النوع الأول. وجزء الذراع المتصل الفص العقيم أقصر من جزئه الآخر المتصل بالفص الخصب. ومتاع زهرة السلفيا علوي مكوَن من كربلتين ملتحمتين وميسمين منفصلين. ويتم نضج المتاع بعد نضج الطلع. وعند نضج المتاع يتدلى القلم والميسم إلى أسفل بعد أن كانا ملاصقين للشفة العليا. وتوجد الغدد الرحيقية على قاعدة المبيض. وعندما تزور حشرة ذات خرطوم طويل زهرة السلفيا فإنها تقف على الشفة السفلى وتتحرك إلى الداخل حتى تصل إلى الرحيق (عند قاعدة المبيض) فتدفع برأسها الفصين العقيمين للمتكين إلى الداخل فيتدلى الفصان الخصبان ويلامسان ظهر الحشرة فتقع عليه حبوب اللقاح وتلتصق به نظرا لزوجتها، وعندما تزور نفس الحشرة زهرة سلفيا أخرى أكبر عمرا من الأولى، حيث تكون المياسم ناضجة ومدلاة إلى أسفل، فإن هذه المياسم تحتك بظهر الحشرة وتلتقط منه حبوب اللقاح وبذا يتم التلقيح.



(شكل ٩٥ – التلقيح الحشري في زهرة السلفيا)

(١) زهرة عادية مستعدة للتلقيح (٢) زهرة تزورها نحلة

(أ) ميسم مدلى. (أَ) ميسم مرفوع. (ب) سداة.
(م) الظرف العقيم. في الوضع الطبيعي (مَ) الطرف العقيم مرفوع تحت ضغط الحشرة.

التلقيح بالماء :

يحدث ذلك في النباتات المائية حيث يحمل تيار الماء حبوب اللقاح من زهرة إلى أخرى، وقد يحدث ذلك على سطح الماء أو أسفله في النباتات المغمورة بالماء مثل نبات الزوستيرا.

التلقيح بواسطة الإنسان :

يلجأ الإنسان إلى تلقيح الأزهار صناعيا عندما يريد الحصول على

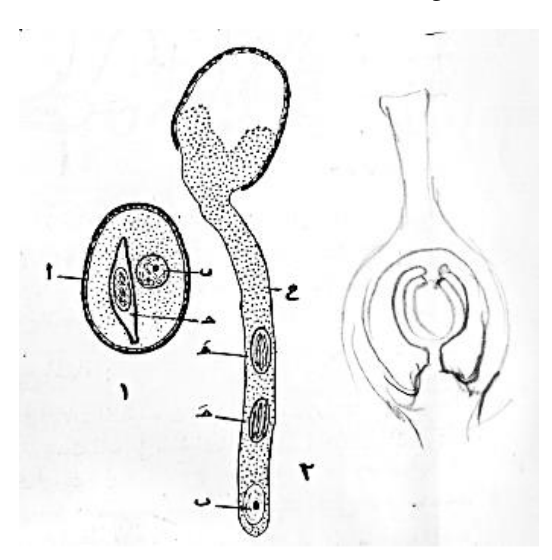
أصناف جديدة من النباتات ذات ميزات خاصة كما في نبات القطن، كذلك يجرى التلقيح الصناعي في بعض النباتات الثنائية المسكن كما في النخيل.

الإخصاب

الإخصاب هو اندماج الخلايا الذكرية المتكوَنة في حبوب اللقاح مع الخلايا الأنثية المتكوَنة في البويضات، ويحدث عقب التلقيح.

تركيب حبة اللقاح :

لحبة اللقاح جدار مكوَن من طبقتين : طبقة خارجية سميكة نوعا، وطبقة داخلية رقيقة، داخلها كتلة بروتوبلازمية، بها نواة كبيرة خضرية، وأخرى صغيرة تناسلية محاطة بطبقة من السيتوبلازم، وتعرف بالخلية التناسلية الذكرية (شكل ٩٦).



(شكل ٩٦ – حبة اللقاح)

(١) قطاع طولي في الحبة. (٢) إنبات الحبة. (أ) جدار الحبة

(ب) النواة الخضرية. (ج) الخلية التناسلية. (جَ) الخليتان الذكريتان.

(ح) أنبوبة اللقاح.

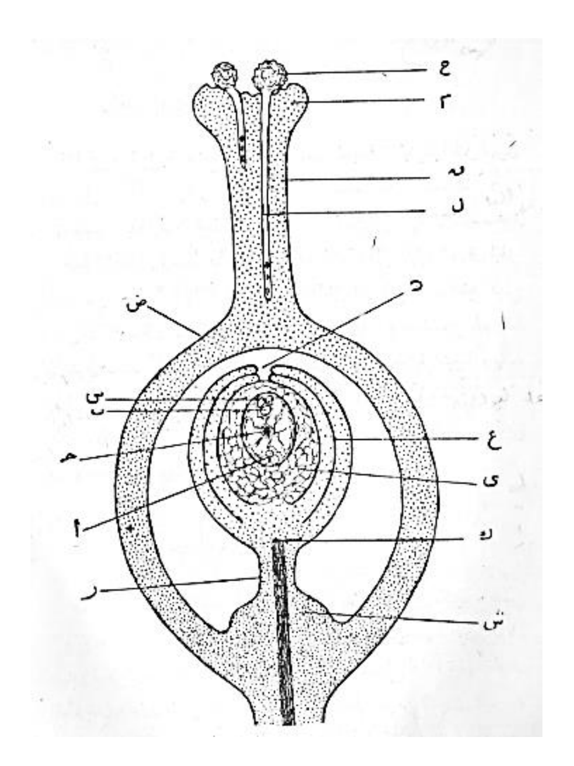
تركيب البويضة :

تنشأ البويضة على جزء منتفخ في المبيض يسمى المشيمة، ومنها ينمو الحبل السري الذي يحمل عند قمته جسم البويضة. والبويضة تتكوَن من " النيوسيلة " وهي كتلة خلوية رقيقة الجدر يحيط بها غلاف أو اثنان من كل جهة إلا فتحة صغيرة هي فتحة " النقير ". وتحفظ هذه الأغلفة النيوسيلة وتمدها بالغذاء، ويعرف الجزء السفلى من النيوسيلة " بالكلازة " ويوجد داخل النيوسيلة قرب النقير كيس بيضي الشكل يعرف " بالكيس الجنيني " (شكل ٩٧) وعند نضوج البويضة نشاهد في الكيس الجنيني قرب الطرف الكلازي ثلاث خلايا سمية، وعند الطرف القريب من النقير ثلاث خلايا أخرى، تعرف الوسطية منها بالخلية البيضية، والأخريان بالخليتين المساعدتين، ويوجد أيضا وسط سيتوبلازم الكيس الجنيني نواة واحدة تسمى نواة الكيس الجنيني.

عملية الإخصاب :

عندما تقع حبوب اللقاح على الميسم تنبت كل منها وتستطيل مكوَنة ما يسمى " بأنبوبة اللقاح " وفي أثناء ذلك تنقسم نواتها التناسلية إلى نواتين يكوَنان خليتين ذكريتين، ثم تمر النواة الخضرية في أنبوبة اللقاح أولا وتتبعها الخليتان الذكريتان. وتخترق أنبوبة اللقاح أنسجة الميسم والقلم وتمر من

النقير إلى النيوسيلة حتى تصل إلى الكيس الجنيني وتدخله، وفي أثناء ذلك تتلاشى النواة الخضرية، ثم تنتقل النواتان الذكريتان إلى الكيس الجنيني حيث تتحد إحداها بالنواة البيضية وتكوَن " الزيجوت " الذي ينقسم ويكوَن الجنين. أما النواة الذكرية الأخرى فتتحد مع نواة الكيس الجنيني وتنقسم وتكوَن نسيج الأندوسبرم، ثم تنمحي الخلايا المساعدة والخلايا السمَية.



(شكل ٩٧ – قطاع طولي في متاع زهرة أثناء الإخصاب)

(ح) حبة اللقاح. (م) الميسم. (ق) القلم. (ل) أنبوبة اللقاح.
(ض) جدار المبيض. (ن) النقير. (خ) أغلفة البويضة. (ي) النيوسيلة.

(ش) المشيمة. (أ) الخلايا السمتية. (ج) نواة الكيس الجنيني.
(ر) الحبل السري. (ب) الخلية البيضية. (ك) الكلازا.
(س) الخلايا المساعدة.

تكوين البذرة :

بعد الإخصاب ينمو الكيس الجنيني ويمتص النيوسيله ويحل محلها، أما الجنين والأندوسبرم فيأخذان في الانقسام والنمو. ويختلف مقدار نموهما في النباتات المختلفة، فقد ينمو الجنين بنشاط أكثر من الأندوسبرم ويمتص جميع المواد الغذائية الواصلة إلى الكيس الجنيني وكذلك يمتص الأندوسبرم ويختزن كمية كبيرة من هذه المواد الغذائية في فلقتيه، وتصير البذرة حينئذ غير اندوسبرمية. وفي نباتات أخرى ينمو الأندوسبرم بنشاط ويختزن المواد الغذائية فتصير البذرة اندوسبرمية.

وبعد ذلك تتصلب أغلفة البويضة وتكوَن قصرة البذرة، ويبقى النقير كما هو وبذلك يتم تكوين البذرة.

تكوين الثمرة :

في أثناء تكوين البذرة ينشط المبيض وينمو مكوَنا الثمرة.

ويكون جدار المبيض غالبا غلاف الثمرة، ومثل هذه الثمار التي يتكون غلافها من المبيض فقط تسمى " ثمارا صادقة "، وقد تشترك مع المبيض في تكوين الثمرة أجزاء أخرى من الزهرة كالتخت مثلا، وفي هذه الحالة تسمى الثمرة "كاذبة " مثل ثمرة التفاح.

وبعد تكوين الثمرة تسقط بقية أجزاء الزهرة غالبا، وقد يبقى الكأس

مستديما كما في الباذنجان، أو تبقى الأسدية كما في ثمرة الرمان.

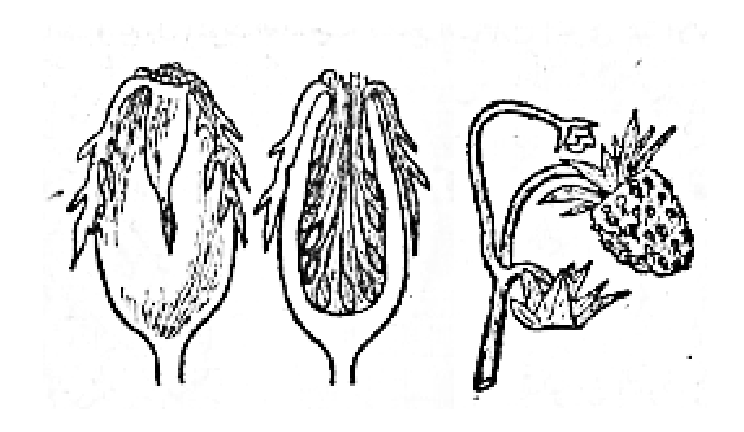
ووظيفة الثمرة في النبات هي المحافظة على البذور وإمدادها بالغذاء حتى يتم نموها كما أنها تأخذ تركيبا خاصا يساعد على انتشار البذور.

أنواع الثمار

تنقسم الثمار تبعا لنشأتها إلى ثلاثة أنواع :

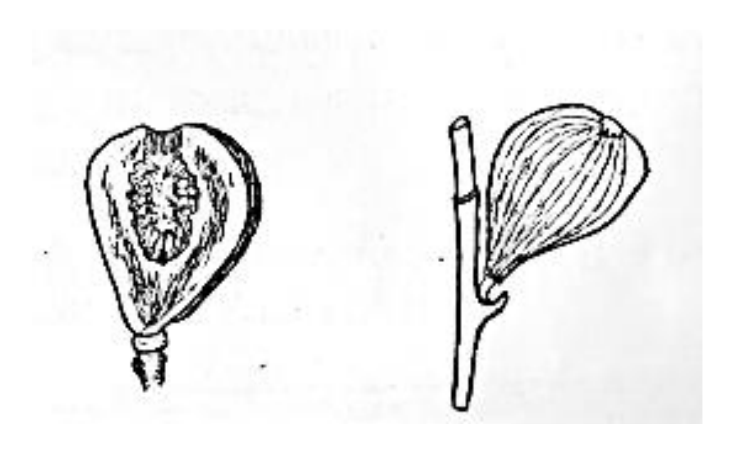
١– ثمار بسيطة : وهي التي تنشأ عن زهرة واحدة متاعها مكوَن من كربلة واحدة أو عدة كرابل ملتحمة (أي أن للزهرة مبيضا واحدا).

٢– ثمار متجمعة : وهي التي تنشأ عن زهرة واحدة متاعها مكوَن من عدة كرابل منفصلة كالورد والشليك (شكل ٩٨، ٩٩).



(شكل ٩٨ – ثمرة الورد وقطاع طولي بها)   (شكل ٩٩ – ثمرة الشليك)

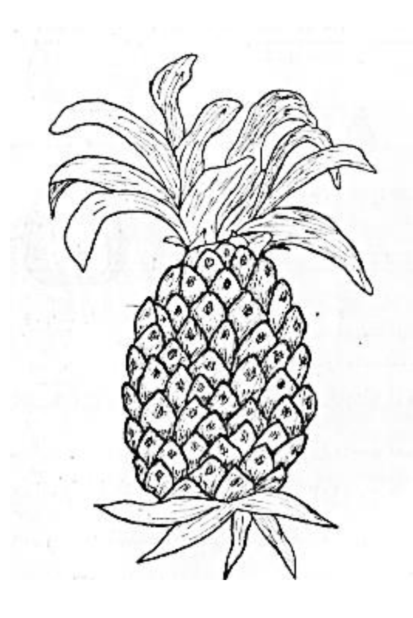
٣– ثمار مركبة : وهي التي تنشأ عن نورة (أي مجموعة أزهار) مثل التوت والجميز (شكل ١٠٠) والأناناس (شكل ١٠١).



(شكل ١٠٠ – ثمار مركبة، ثمرة التين وقطاع طولي بها)

وتنقسم الثمار تبعا لنوع غلافها إلى " ثمار جافة " و " ثمار غضة ".

فالثمار الجافة غلافها خشبي أو جلدي، والثمار الغضة غلافها عصيري ويؤكل غالبا.



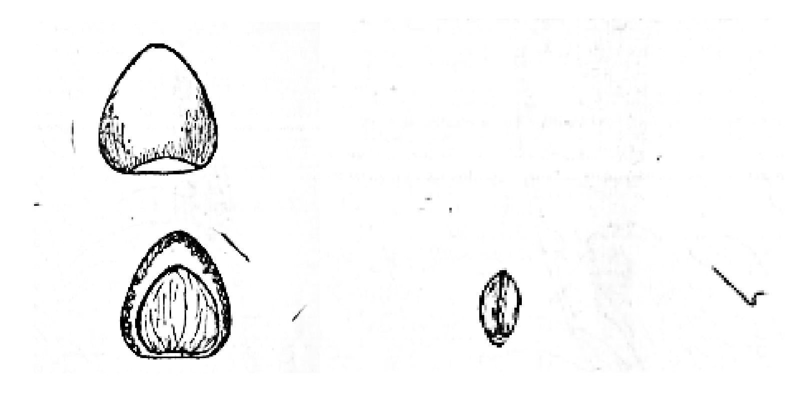
(شكل ١٠١ – ثمرة الأناناس)

الثمار الجافة :

قد تبقى الثمار الجافة مقفلة أو قد تنفتح وتنتشر بذورها

وأهم أنواع الثمار الجافة المقفلة :

١- **البندقة** : ثمرة بسيطة غلافها خشبي غالبا، وبداخلها بذرة واحدة كالبندق والجوز (شكل ١٠٢)



(شكل ١٠٢ – ثمرة البندقة وقطاع طولي بها) (شكل ١٠٣ – برة القمح)

٢- **الفقيرة** : ثمرة ذات غلاف جلدي بداخلها بذرة واحدة، ومنها تتكوَن الثمار المتجمعة كثمار الورد والشليك، فهي مجموعة فقيرات (شكل ٩٨ و ٩٩)

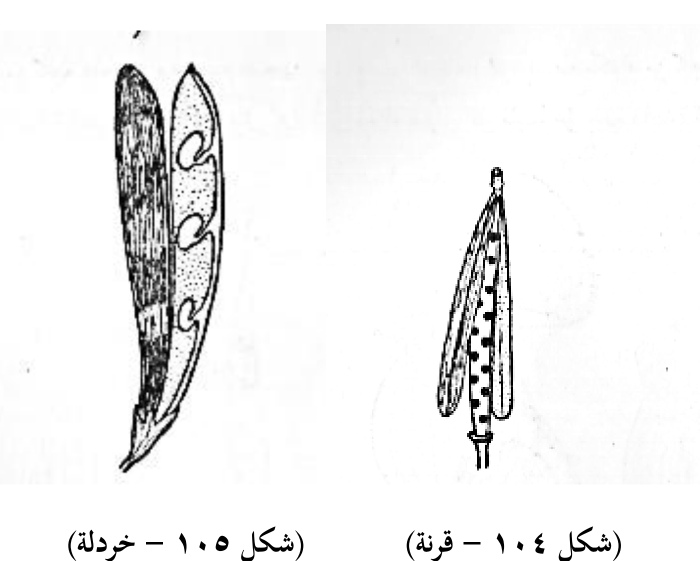
٣- **البرة** : ثمرة غلافها جلدي رقيق بداخلها بذرة واحدة قصرتها ملتحمة مع الغلاف الثمري كما في القمح والذرة والشعير (شكل ١٠٣).

وفي الثمار الجافة المقفلة تكون قصرة البذور غالبا رقيقة.

وأهم أنواع الثمار الجافة المتفتحة :

١- **القرنة** : أو البقلاء وتنشأ عن كربلة واحدة، وعندما تنضج البذور تتفتح الثمرة من جانبيها كما في قرنة الفول (شكل ١٠٤).

٢- **الخردلة** : ثمرة مستطيلة مكوَنة من كربلتين ملتحمتين بينهما حاجز كاذب، وعند نضجها تنفتح من أسفل إلى أعلى ويبقى الحاجز الكاذب في الوسط، وعليه البذور مثل ثمرة الكبر (شكل ١٠٥).



(شكل ١٠٤ – قرنة) (شكل ١٠٥ – خردلة)

٣- **العلبة** : ثمرة بسيطة مكونة من كربلتين أو أكثر ملتحمة وتنفتح طوليا كثمرة القطن (شكل ١٠٦) أو عرضيا كثمرة الرجلة (شكل ١٠٧) أو بالثقوب عند قمتها كثمرة الخشخاش (شكل ١٠٨)

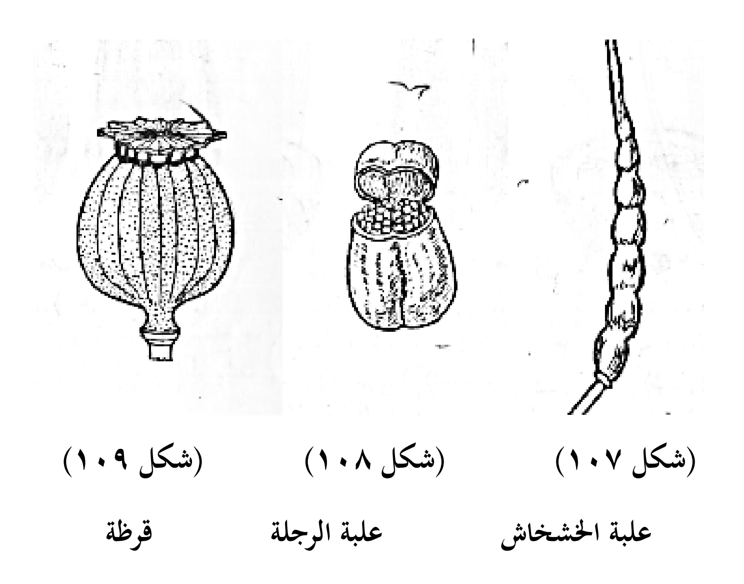


(شكل ١٠٦ – نبات القطن)

(ز. م) زهرة مقفلة. (ب) زهرة منفتحة. (ث) ثمرة مقفلة.

(ث. ف) ثمرة منفتحة. (ز) بذور عليها شعر.

٤– القرظة : ثمرة بسيطة مكوَنة من كربلة واحدة، وعند تمام نضجها تتشقق إلى أجزاء يحتوي كل منها على بذرة واحدة تنفصل عن بعضها مثل ثمرة السنط (شكل ١٠٩)



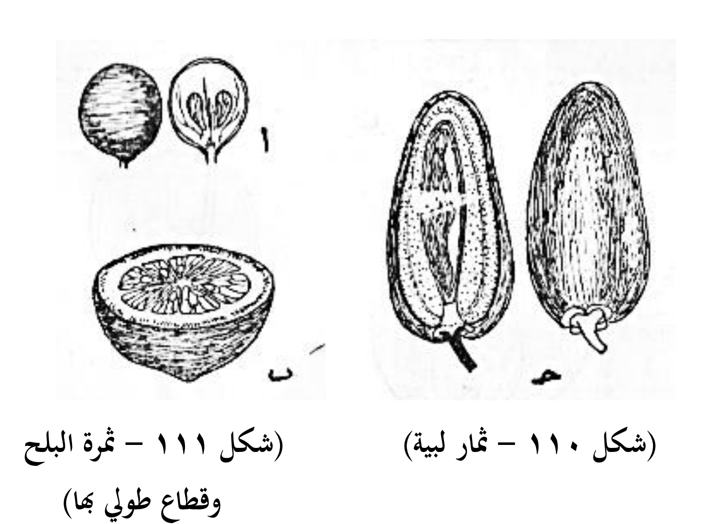
(شكل ١٠٧) علبة الخشخاش — (شكل ١٠٨) علبة الرجلة — (شكل ١٠٩) قرطة

الثمار الغضة :

هي ثمار غلافها متشحم الإختزان المواد الغذائية فيه، ويتميز في الغلاف ثلاث طبقات، غلاف خارجي وغلاف متوسط وغلاف داخلي. وأهم أنواع الثمار الغضة :

١- **الثمار اللبية** : ثمار غلافها الخارجي جلدي رقيق والغلافان المتوسط والداخلي متشحمان وبهما البذور التي تتميز بسمك قصرتها مثل الطماطم والعنب والبرتقال (شكل ١١٠) والبلح (شكل ١١١).

٢- **الثمار الحسلية** : ثمار غلافها الخارجي جلدي والمتوسط شحمي والداخلي خشبي، والبذرة ذات قصرة رقيقة مثل اللوز والمشمش والزيتون (شكل ١١٢).

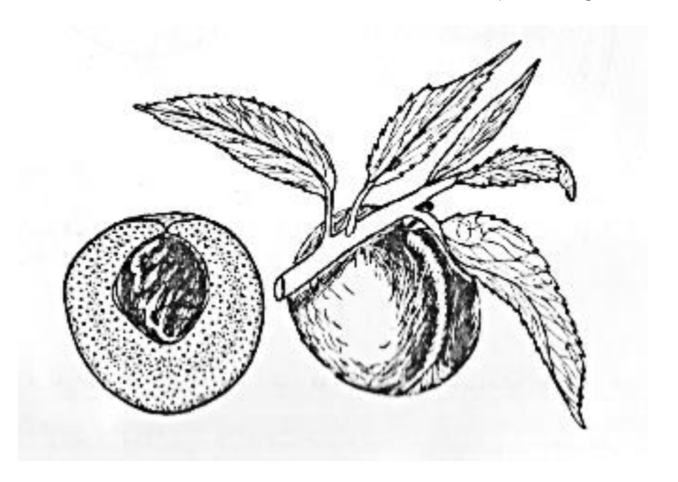


(شكل ١١٠ – ثمار لبية)

(شكل ١١١ – ثمرة البلح وقطاع طولي بها)

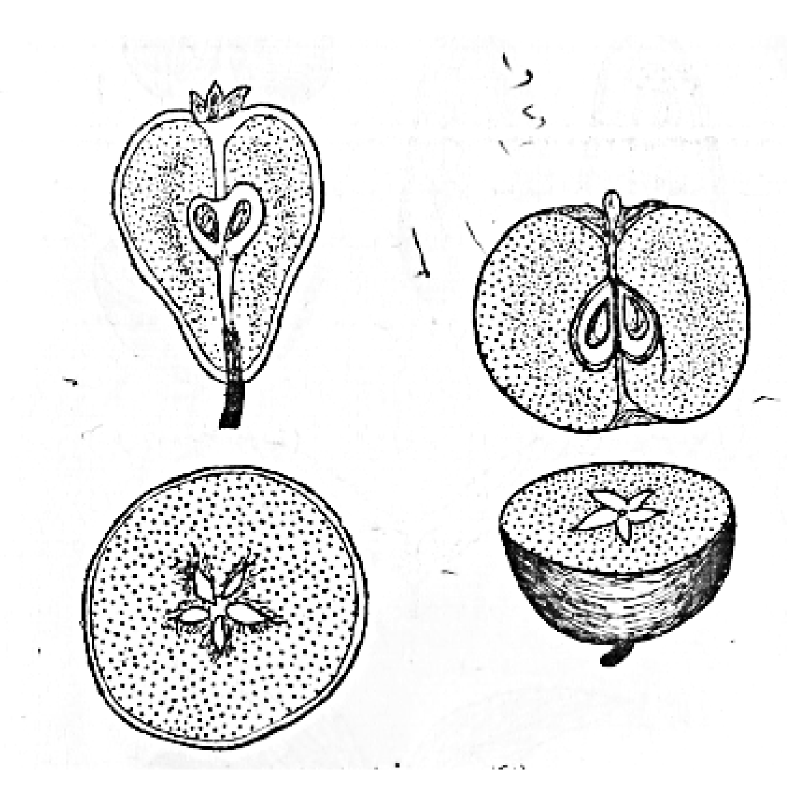
(أ) ثمرة العنب وقطاع طولي بها

(ب) قطاع عرضي في ثمرة الليمون



(شكل ١١٢ – ثمرة المشمش وقطاع طولي بها)

٣– **الثمار التفاحية** : ثمار تتكون من نمو التخت وتشحمه وتسمى أيضا ثمارا لحمية كاذبة مثل التفاح والكمثرى (شكل ١١٣).



(شكل ١١٣ – ثمار تفاحية)

(أ) قطاع طولي في ثمرتى التفاح والكمثرى.

(ب) قطاع عرضي في ثمرتي التفاح والكمثرى

انتثار الثمار والبذور

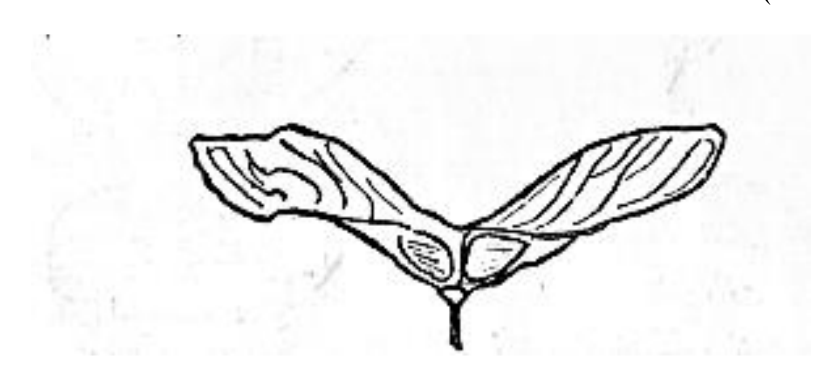
الغرض من تكوين الثمار والبذور هو حفظ نوع النبات وتكاثره

وتنتثر هذه الثمار والبذور في مساحات واسعة من الأرض بواسطة تحوَرات خاصة تحدث في تركيبها وتساعدها على الانتقال من مكان إلى آخر بواسطة عوامل مختلفة أهمها :

١- الرياح :

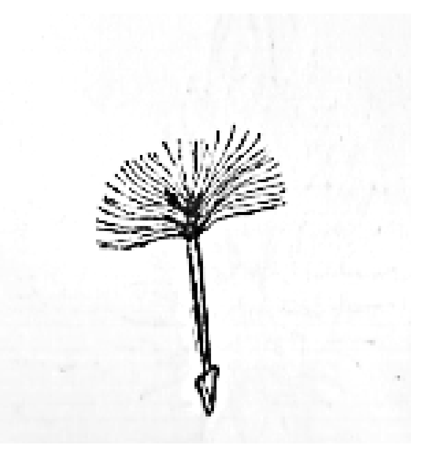
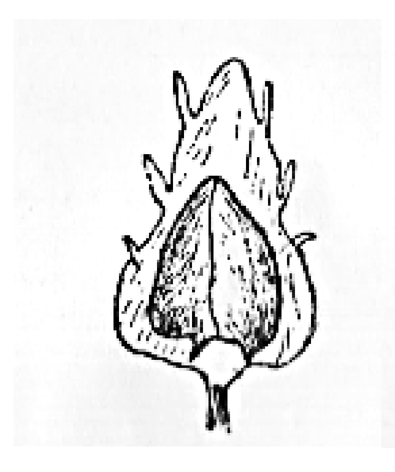
هي عامل مهم في نقل البذور الصغيرة الحجم الخفيفة الوزن كبذور الخشخاش، وقد تنمو من قصرة البذور شعيرات تساعد على طيرانها إذا كانت البذور ثقيلة نوعا كما في بذور القطن والصفصاف (شكل ١٠١)

وقد تنتشر الثمار أيضا بواسطة الهواء كما في الثمار الجناحية (شكل ١١٤)



(شكل ١١٤ – ثمرة أبي المكارم الجناحية)

ففي ثمرة الحميض مثلا (شكل ١١٥) يتحور الكأس إلى شكل أجنحة، وفي ثمار الجعضيض يتحور الكأس إلى زغب يساعدها على الطيران (شكل ١١٦)

(شكل ١١٥ – ثمرة الحميض).   (شكل ١١٦ – ثمرة الجعضيض)

٢- الماء :

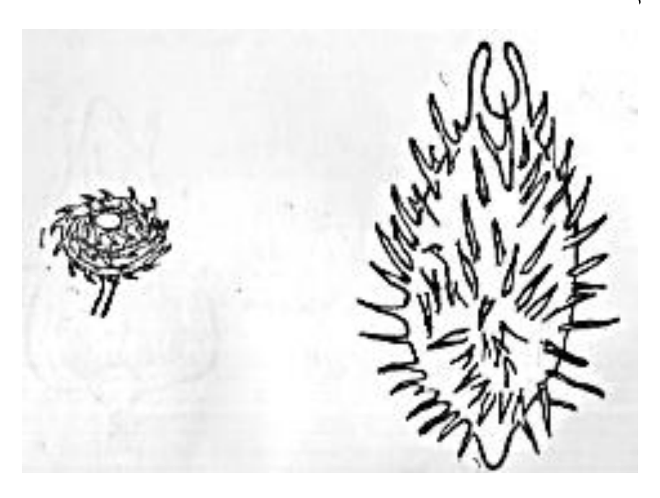
الماء عامل مهم في انتشار البذور والثمار في النباتات المائية أو التي تنمو قريبة من الماء، وتكون هذه الثمار والبذور خفيفة وأغلفتها سميكة لتحميها من تسرب الماء إليها مثل ثمرة جوز الهند، وقد تتحوَر هذه الثمار والبذور إلى أشكال مختلفة تساعدها على العوم – مثال ذلك بذرة البشنين التي يوجد بها تجويف ممتلئ بالهواء بين البسباسة والقصرة يساعدها على العوم.

٣- الحيوان :

تأكل الحيوانات الثمار الغضة، وهذه تكون بذورها ذات قصرة سميكة كما في بذور الثمار اللبية أو محاطة بالغلاف الداخلي المتخشب، كما في الثمار الحسلية، وهذه الأغلفة تحمي البذور أثنار مرورها في القناة الهضمية للحيوان فتخرج مع الفضلات دون أن تتأثر بالعصارات الهاضمة، وبذلك تنتقل البذور من مكان إلى مكان تبعا لانتقال الحيوان الذي يأكلها. وقد

تكون البذور أو الثمار ذات زوائد خطافية أو شوكية تساعد على التصاقها بفراء الحيوانات أو ريش الطيور (شكل ١١٧) أو قد توجد عليها مادة لزجة تلصقها بأي جزء من جسم الحيوان، وبهذه الطريقة تنتقل من مكان إلى آخر من الحيوان، وتسقط هناك نتيجة لاحتكاك جسمه بأجسام أخرى.

ويقوم الإنسان على وجه الخصوص بعمل هام في نشر البذور ونقلها في أنحاء العالم لزراعتها والإكثار منها.



(شكل ١١٧ – ثمرة الشبيط)

٤- الانتشار بعوامل ميكانيكية :

في الثمار المنتفحة قد يتفتح الغلاف الثمري بقوة فيقذف بالبذور إلى مسافات بعيدة كما في الفول والكبر. وقد يكون ذلك بتأثير الجفاف كما في الخروع أو الرطوبة كما في النباتات الصحراوية أو بالتفاف الجدار الثمري التفافا حلزونيا أو غير ذلك.

الفهرس